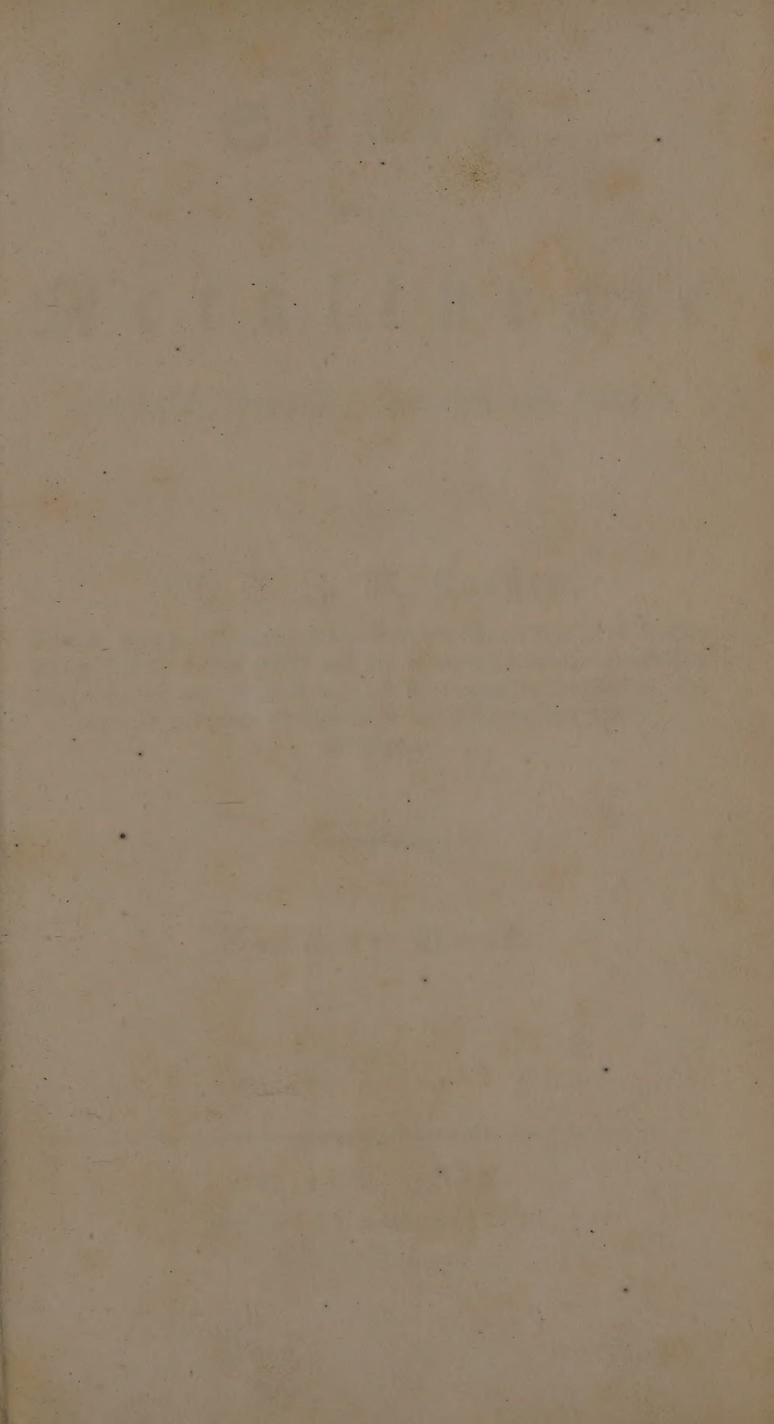
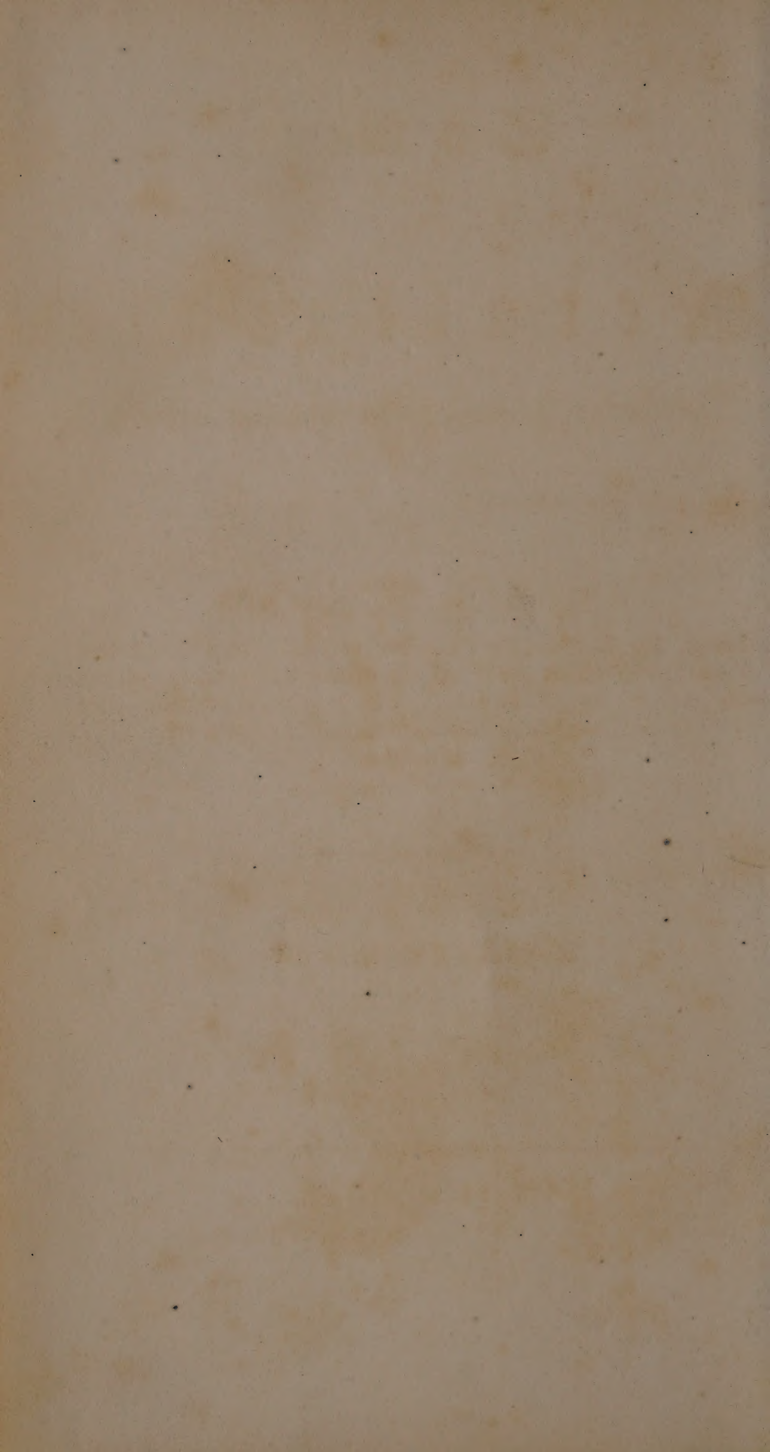










System der Metallurgie

geschichtlich, statistisch, theoretisch und technisch

von

Dr. C. J. B. Karsten,

Königl. Preuß. Geheimen Ober-Berg-Rathe, Ritter des Rothen Adler-Ordens dritter Classe und des eisernen Kreutzes, ordentlichem Mitgliede der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, und anderer gelehrten Gesellschaften ordentlichem und Ehren-Mitgliede.

Dritter Band.

Berlin, 1831.
Gedruckt und verlegt
bei G. Reimer.


WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY

Inhalt
des dritten Bandes.

Fünfte Abtheilung.
Das Brennmaterial.

Sechste Abtheilung.
Das Gebläse.

Siebente Abtheilung.

Die Schmelzöfen und die Schmelzarbeit.

Achte Abtheilung.

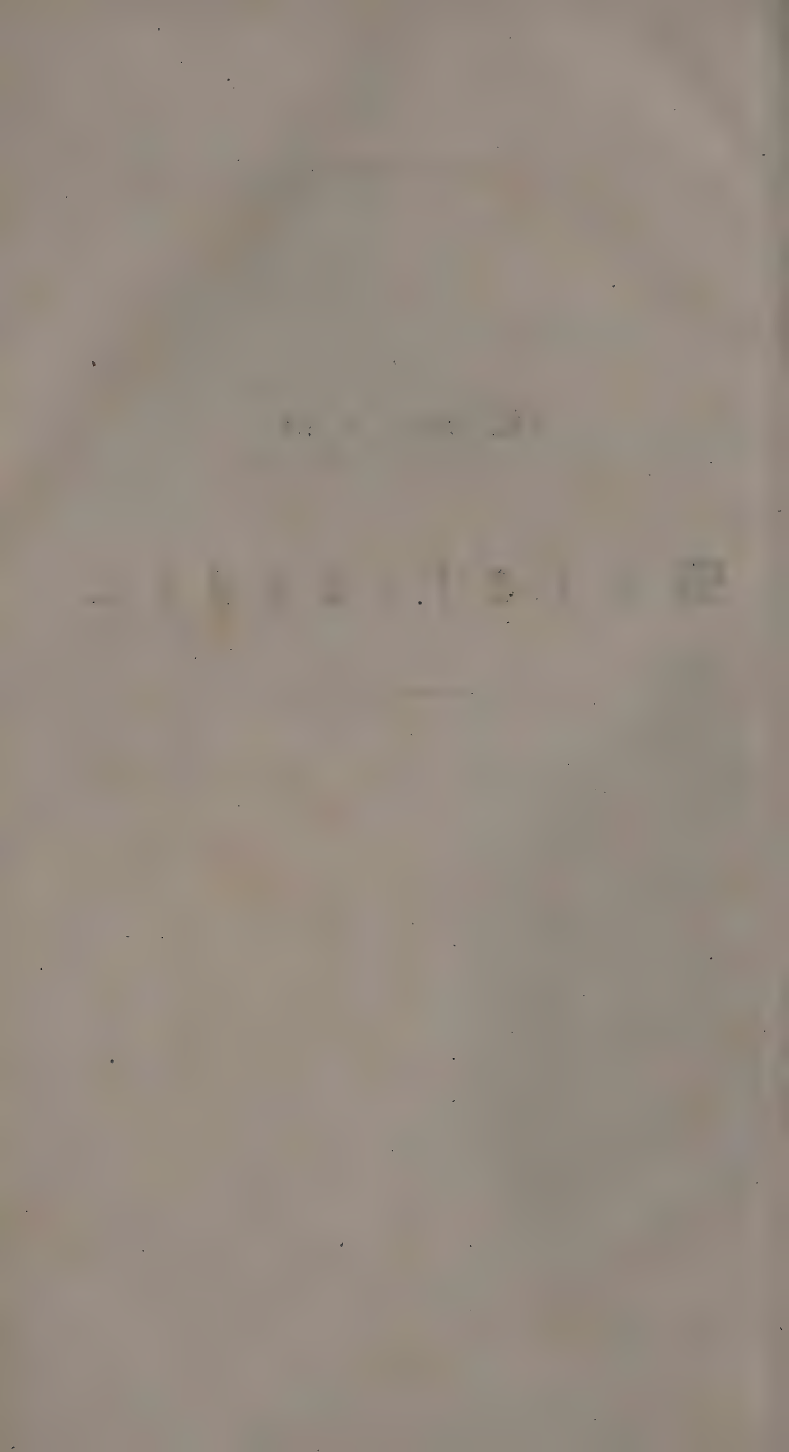
Die Röstarbeiten.

System

der

Metallurgie.

Dritter Theil.



Fünfte Abtheilung.

Das Brennmaterial.

Mit äußerst seltenen Ausnahmen müssen alle metallurgische Prozesse in einer erhöheten Temperatur vorgenommen werden. Die Erhöhung der Temperatur wird bekanntlich durch das, dem jedesmaligen Zweck angemessene absichtliche Verbrennen derjenigen brennbaren Körper hervorgebracht, welche im gemeinen Leben unter dem Namen der Brennmaterialien bekannt sind. Die Kenntniß von dem Verhalten und von der Wirkung der Brennmaterialien ist daher für den Metallurgen von großer Wichtigkeit. Von den Preisen des Brennmaterials und von deren vortheilhaften Anwendung, ist der ökonomisch günstige Erfolg der metallurgischen Prozesse sehr häufig durchaus abhängig, und es kann sogar der Fall eintreten, daß man, wegen Mangel oder wegen des hohen Preises des Brennmaterials, genöthigt ist, einen unvollkommneren Prozeß zu wählen, wenn er weniger Brennmaterial als der vollkommnere, in der Ausübung erfordert.

Wenn es die Absicht ist, ein Erz oder Hüttenprodukt nicht bloß zu erhitzen oder zu schmelzen, sondern auch zugleich zu reduciren; so muß der zu reducirende Körper mit dem

Brennmaterial umgeben seyn, weil die Reduktion durch die Flamme des verbrennenden Körpers nicht bewirkt werden kann. Jeder brennbare Körper der als Brennmaterial angewendet zu werden pflegt, ist nämlich aus Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff (zuweilen auch aus etwas Stickstoff) in verschiedenen Verhältnissen zusammengesetzt, und die Flamme ist das Resultat des Verbrennens, wobei neutrale Verbindungen aller jener Stoffe mit dem Sauerstoff der hinzutretenden Luft gebildet werden. Soll das Brennmaterial also desoxydirend wirken, so darf es noch nicht zerlegt, oder in Flamme aufgelöst seyn, sondern es muß bei dem Verbrennen unmittelbar auf den oxydirten Körper wirken und diesem den Sauerstoff entziehen können, den es sonst aus der Atmosphäre aufgenommen haben würde. Bei einem desoxydirenden Schmelzen würde man also, wie es scheint, die größte Wirkung von einem Brennmaterial zu erwarten haben, welches im unzersetzten Zustande angewendet wird, weil nicht allein der Kohlenstoff, sondern auch der Wasserstoff desselben, die Reduktion des oxydirten Körpers bewirken könnten. Die Erfahrung bestätigt dies aber nicht, weil das Brennmaterial schon in einer niedrigeren Temperatur zersetzt wird, als diejenige ist, in welcher die Reduktion des Metalloxydes erfolgt. Der Wasserstoff in dem unzerlegten Brennmaterial verbindet sich folglich nicht mit dem Sauerstoff des zu reducirenden Oxydes, sondern mit dem Sauerstoff und Kohlenstoff des Brennmaterials selbst, so daß zuerst immer diejenigen Verbindungen entstehen, welche bei dem Verkohlen des Brennmaterials gebildet werden. In Schachtöfen würde aber die starke Entwickelung von Gasarten, bei der Anwendung des rohen Brennmaterials, große mechanische Hindernisse für das regelmäßige Niedergehen der Sätze, oder der Gichten herbeiführen, weshalb man das Brennmaterial, wenn es reducirend wirken soll, vor seiner Anwendung einer besonderen Behandlung unterwirft. Diese Be-

handlung besteht darin, daß man diejenigen Bestandtheile, welche beim Verbrennen die Flamme geben, absondert, oder daß man das Brennmaterial verkohlt. Alle Brennmaterialien, welche wir als solche anwenden, das Holz, der Torf, die Braunkohle und die Steinkohle enthalten, außer dem Kohlenstoff, noch Wasserstoff, Sauerstoff, zum Theil auch Stickstoff, in solchen Verhältnissen mit einander vereinigt, daß der Wasserstoff, der Sauerstoff und der Stickstoff bei einem gewissen Grade der Temperatur, welche sehr oft die Rothglühhitze noch nicht einmal erreicht, in Vereinigung mit Kohlenstoff, eine ganz neue Verbindung eingehen, sich theils als Wasser, theils als Oel, theils als Gasart von verschiedenartiger Zusammensetzung, theils als Essigsäure scheiden, und einen Theil des Kohlenstoffs als Kohle zurück lassen. Diese, in der erhöheten Temperatur und ohne Luftzutritt sich bildenden neuen Verbindungen, enthalten um so weniger Kohlenstoff, oder es bleibt um so mehr Kohle zurück, je geringer die Temperatur ist, welcher die Brennmaterialien ausgesetzt werden. Einige Brennmaterialien erfordern indeß einen höheren Grad von Hitze, um diese Veränderung zu erleiden, als andere. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß die Temperatur, welche hierzu nöthig ist, von dem quantitativen Verhältniß des Kohlenstoffs im Brennmaterial, dergestalt abhängig ist, daß die Temperatur um so höher seyn muß, je größer das Verhältniß des Kohlenstoffs zu den übrigen Bestandtheilen ist, und daß sie um so niedriger seyn kann, je mehr sich das quantitative Verhältniß des Kohlenstoffs vermindert. Der Eigenschaft der Brennmaterialien: ihr Mischungsverhältniß in der erhöheten Temperatur und ohne Zutritt von Sauerstoff, in der angeführten Art umzuändern, verdankt man die Möglichkeit der Darstellung der Kohle, welche selbst in der heftigsten Hitze, sobald kein Sauerstoff hinzutritt, unverändert bleibt, indem sie zu den Körpern gehört, die bis jetzt weder geschmolzen noch verflüch-

tigt werden konnten. Diese, nur durch die Hitze und nicht durch den Zutritt eines fremden Körpers bedingte Mischungsveränderung der brennbaren Körper, erklärt es, warum das rohe Brennmaterial bei den desoxydirenden Schmelzprozessen nicht wirksamer seyn kann, als die aus demselben erhaltene Kohle.

Wird die Entmischung des rohen Brennmaterials durch den Zutritt der atmosphärischen Luft befördert, so entstehen ganz neue Verbindungen. Das Brennmaterial fängt nun an, mit Flamme zu brennen, weil der Sauerstoff gleichzeitig auf alle Bestandtheile, folglich auch auf denjenigen Kohlenstoffgehalt desselben wirkt, welcher, bei einer freiwilligen Zersetzung in erhöheter Temperatur und ohne Zutritt von Sauerstoff, zurück geblieben seyn würde. Nach der Abscheidung des Wasserstoffs, kann bei der ungleich schwerer entzündlichen Kohle, kein so lebhaftes Verbrennen mehr statt finden und die Verbrennung geht, unter gleichen Umständen, d. h. bei gleich großen Quantitäten zutretender Luft, beim rohen Brennmaterial weit schneller von statten, als bei der aus demselben entstandenen Kohle. Dies schnelle Verbrennen hat zwar einen hohen Hitzgrad, aber auch eine schnell vorübergehende Hitze zur Folge, wobei die durch die größere Hitze entstehenden Vortheile, wegen des schnellern Verbrennens des Materials nicht immer vollständig zu benutzen sind. Dies ist der Grund, warum man sich in allen den Fällen, in denen es darauf ankommt, eine gleichartige anhaltende Hitze hervorzubringen, und in welchen eine mittelbare oder unmittelbare Berührung des zu erhitzenden, zu schmelzenden oder zu desoxydirenden Körpers mit dem Brennmaterial, statthaft oder nothwendig ist, mit größerem ökonomischen Vortheil der Kohle, als des rohen Brennmaterials bedient. Nur in den Fällen, wenn das Brennmaterial den zu erhitzenden Körper nicht mittelbar oder unmittelbar umgeben kann, sondern in der Entfernung (durch

die Flamme, oder durch einen erhitzten Raum) auf ihn wir=
ken muß; oder auch in solchen Fällen, wo es mehr auf eine
schnelle, als auf eine anhaltende Hitze ankommt, muß das
rohe Brennmaterial dem verkohlten vorgezogen werden.

Jedes rohe Brennmaterial wird in der Glühhitze ent=
mischt und in Kohle umgeändert, aber die Verbrennung kann
nur bei einem Zutritt von Sauerstoff statt finden. Der Ver=
kohlungs= und Verbrennungsprozeß sind also so sehr von ein=
ander verschieden, daß der letztere dem ersteren geradezu ent=
gegengesetzt ist. Auch in der stärksten Hitze, welche man bis
jetzt hat hervorbringen können, leiden die Brennmaterialien
keine weitere Veränderung, als die, sich zu verkohlen, indem
die Kohle unverändert zurück bleibt. Wäre es möglich, den
Verkohlungsprozeß im Großen, eben so wie bei der Destilla=
tion im Kleinen, mit gänzlichem Ausschluß aller atmosphäri=
schen Luft vorzunehmen; so würde man, — so scheint es, —
aus den Brennmaterialien alle Kohle, die sich nur daraus
darstellen läßt, und welche zur Hervorbringung der neuen Ver=
bindungen, die der Wasserstoff und der Sauerstoff des Brenn=
materials mit dem Kohlenstoff eingehen, nicht durchaus erfor=
dert wird, erhalten können. Im Kleinen ist ein solches Ver=
fahren leicht anzuwenden, weil man das Brennmaterial in
geschlossenen und nur mit einem Ableitungsrohr für die sich
erzeugenden Produkte versehenen Gefäßen erhitzen kann. Im
Großen ist die Erhitzung durch äußeres Feuer aber in den
mehrsten Fällen ökonomisch unstatthaft, weshalb man sich da=
mit begnügen muß, die Verkohlung des einen Theils des
Brennmaterials, durch die Verbrennung des anderen und durch
die dadurch hervorgebrachte höhere Temperatur zu bewirken.
Es ist indeß noch keinesweges erwiesen, ob bei der Verkoh=
lung in verschlossenen Gefäßen und bei dem völligen Aus=
schluß der atmosphärischen Luft, auch wirklich mehr Kohle zu=
rück bleibt, als wenn der atmosphärischen Luft einiger Zutritt

gestattet wird. Der Sauerstoff der letzteren könnte sehr wohl Verbindungen mit dem Wasserstoff des Brennmaterials herbeiführen, welche weniger Kohle aufnehmen, als diejenigen Verbindungen des Wasserstoffs mit den übrigen Bestandtheilen des Brennmaterials, welche sich bei einem ganz abgehaltenen Luftzutritt bilden. Die Erscheinungen bei denjenigen Verkohlungsprozessen, bei welchen der Zutritt der atmosphärischen Luft nicht ganz ausgeschlossen wird, scheinen darauf hinzudeuten, daß ein solcher Erfolg wirklich statt findet. Es zeigt sich nämlich, bei einer sorgfältig geleiteten Verkohlung, kein eigentliches Verbrennen, d. h. kein vollständiges Verzehren der schon gebildeten Kohle, welches sich durch die Einäscherung zu erkennen geben müßte. Sobald ein solches wirkliches Verbrennen eintritt, ist der ganze Verkohlungsprozeß schon mangelhaft geführt, oder es hat ein zu starker Zutritt der atmosphärischen Luft statt gefunden, welchen man sorgfältig zu vermeiden sucht. War aber die Verkohlung mit Sorgfalt geleitet, so zeigt sich keine Spur von einer vollständigen Verbrennung, woraus zu schließen ist, daß der Sauerstoff der atmosphärischen Luft nicht bloß auf den Kohlenstoff, sondern auch zugleich auf den Wasserstoff des Brennmaterials eingewirkt und Verbindungen gebildet hat, die weniger Kohlenstoff enthalten, als diejenigen, welche ohne Luftzutritt erzeugt werden. Ein Theil des Wasserstoffs des Brennmaterials wird also durch den Sauerstoff der atmosphärischen Luft gebunden und absorbirt aus diesem Grunde weniger Kohlenstoff, so daß bei der Verkohlung mit sorgfältig geleitetem Luftzutritt eine größere Menge Kohle zurück bleiben muß, als wenn die Entmischung des Brennmaterials in der Hitze, ohne allen Luftzutritt bewirkt wird.

Die Entzündlichkeit eines Brennmaterials scheint mit dem Kohlenstoffgehalt desselben im umgekehrten Verhältniß zu stehen, indem sie zunimmt, wenn der Kohlenstoffgehalt abnimmt, und umgekehrt. Schnelle Hitze und augenblicklich auflodernde,

aber auch schnell vorübergehende Flamme, lassen sich nur bei der Anwendung von nicht kohlenstoffreichem Brennmaterial erhalten. Es treten aber außerdem noch andere Verhältnisse ein, welche die Entzündbarkeit erleichtern oder erschweren. Man könnte sie die physikalischen nennen und darunter den Lockerheitszustand des Brennmaterials begreifen. Je aufgelockerter der Zustand ist, in welchem ein Brennmaterial im natürlichen Zustande vorkommt, desto entzündlicher pflegt dasselbe, und in der Regel auch die daraus bereitete Kohle zu seyn, wie die abnehmende Entzündbarkeit des (trocknen) Strohes, des Holzes, der Steinkohlen (der Kohlenblende, des Graphites) und des Diamantes beweisen. Es scheint also für die Entzündbarkeit eines Brennmaterials ein doppeltes Verhältniß einzutreten, nämlich der Lockerheitszustand, welcher von dem quantitativen Verhältniß des Kohlenstoffs zu den übrigen Bestandtheilen unabhängig ist, und dann das Verhältniß der Bestandtheile selbst, bei welchem es leichter erklärbar ist, daß der schwer verbrennliche Kohlenstoff, durch ein größeres Verhältniß des leichter brennbaren Wasserstoffs, selbst verbrennlicher und im verkohlten Zustande mehr aufgelockert wird. Weil der Kohlenstoff viel specifisch schwerer ist, als der Wasserstoff, so ist es sehr wahrscheinlich, daß Brennmaterialien, die ein geringeres specifisches Gewicht besitzen, leichter brennen werden, als die mit größerem specifischen Gewicht. Die Entzündbarkeit der aus den Brennmaterialien dargestellten Kohle, scheint sich ganz nach der des Brennmaterials zu richten, aus welchem sie entstand. Manche Kohlen sind so schwer entzündlich, daß sie in dem verdünnten Zustande, worin sich das Sauerstoffgas in der atmosphärischen Luft befindet, nicht brennen, sondern daß sie eine mehr verdichtete Luft erfordern; eine Erscheinung, die durch die Schwierigkeit des Brennens des Holzes in der dünnen Luft auf sehr hohen Bergen erläutert wird. Wodurch die schwere Entzündbarkeit einer Kohle im Vergleich

mit anderen bewirkt wird, davon läßt sich der Grund nicht angeben. Der verschiedene Aschengehalt, den die Kohlen beim Verbrennen oder beim Einäschern hinterlassen, kann dies verschiedene Verhalten in der Entzündbarkeit nicht hervorbringen; ein mehr oder weniger fester mechanischer Zusammenhang dürfte vielleicht eher die Ursache seyn, weil wir sehen, daß sich die Verbrennlichkeit der Kohle ganz nach der Beschaffenheit des Brennmaterials richtet, woraus sie erzeugt ist, und weil es bekannt ist, daß sich ein Brennmaterial um so schwerer entzündet, je dichter sein Zusammenhang, oder je größer sein specifisches Gewicht war. Bis jetzt fehlt es noch gänzlich an Untersuchungen über die Dichtigkeit der Luft (oder, welches einerlei ist, über die Pressung oder über die Geschwindigkeit des Windes aus den Gebläsen) welche für jede Art der Kohlen die angemessenste ist; indeß läßt sich doch im Allgemeinen als Resultat der bisher gesammelten Erfahrungen, annehmen, daß die Höhe der Wassersäule, welche mit der gepreßten Gebläseluft, oder mit der Dichtigkeit der atmosphärischen Luft (des Windes) im Gleichgewicht stehen muß:

bei sehr leichten tannenen und fichtenen Kohlen zwischen	1	und	$1\frac{1}{2}$	Fuß
bei guten, und nicht überbrannten Tannen- und Fichtenkohlen	$1\frac{1}{2}$	—	2	—
bei harten, gesunden Kiefern- und Laubholz-Kohlen	2	—	3	—
bei weichen und leicht verbrennlichen Koaks	4	—	6	—
bei harten und schwer verbrennlichen Koaks	6	—	8	—

betragen muß, wenn die Kohlen mit der größten Wirkung und ohne durch zu schwaches Gebläse zu langsam zu verbrennen, benutzt werden sollen. Diese Dichtigkeit des Windstroms kann aber bei einer größern Masse von Wind, welche ein Gebläse liefert, ohne Nachtheil vermindert werden, so daß es nicht bloß auf die Geschwindigkeit, sondern auch auf die Masse

des Windes ankommt, um den größten Effekt beim Verbrennen der Kohle in einem Schachtofen hervorzubringen.

In welchem Verhältniß die Wirkung der Kohlen beim Verbrennen mit dem Grade ihrer Entzündbarkeit (oder, wenn es einerlei seyn sollte, mit ihrem specifischen Gewicht) steht, bedarf auch noch einer näheren Untersuchung. Daß, bei gleichem Volum, die schwerer entzündliche, oder die specifisch schwerere Kohle, größere Wirkungen beim Verbrennen hervorbringt, als die leichtere, ist nicht zu bezweifeln und wird durch die Erfahrung bestätigt. Wie sich diese Wirkung aber bei gleichen absoluten Gewichten verhält, ist noch unentschieden. Die zeither gesammelten Erfahrungen haben freilich ergeben, daß die Wirkungen nicht im geraden Verhältniß zu dem specifischen Gewicht stehen, sondern daß, bei gleichen absoluten Gewichten, die leichter entzündbaren Kohlen bedeutend mehr leisten, als die schwerer entzündlichen; ob aber dies Verhältniß wirklich so statt finden muß, und ob es nicht durch zweckmäßigen Verbrennungszeiten, d. h. durch ein angemesseneres Verhältniß der Dichtigkeit und Menge des Windes, zu Gunsten der specifisch schwereren Kohle sich verändern ließe; darüber haben wir erst in der Folge einen Aufschluß zu erwarten.

Weil die Beschaffenheit der Kohle so sehr von den Eigenschaften des Brennmaterials abhängt, aus welchem sie dargestellt worden ist; so ist es nothwendig, das rohe Material selbst, genauer kennen zu lernen. Dies rohe Material, welches sich, ohne Zutritt von Sauerstoff, in der größten Hitze nur verkohlt, verbrennt beim Zutritt der atmosphärischen Luft gänzlich, und läßt keine Kohle, sondern nur mehr oder weniger Asche zurück. Auch die aus diesem Material bereitete Kohle, entzündet sich in einer höheren Temperatur beim Zutritt des Sauerstoffs, und hinterläßt Asche. Daß man dieselbe Quantität Asche und von derselben Beschaffenheit erhält, wenn man das rohe Material unmittelbar verbrennt, oder

wenn man es erst mit der größten Vorsicht verkohlt und die Kohle demnächst durch Verbrennen einäschert, ist nach den neueren Untersuchungen gar nicht mehr zu bezweifeln. Daß sich die Kohle schwerer entzündet, als das rohe Material, aus welchem sie entstand, ist bereits erwähnt worden. In welcher Temperatur aber die Verbrennung der Kohle anfängt, darüber sind die Meinungen der Naturforscher noch verschieden. Nach Rumford's Versuchen scheint es zwar, daß die Kohle schon in einer Temperatur, die weit unter derjenigen ist, in welcher sie sichtbar brennt, sich mit dem Sauerstoff zur Kohlensäure verbindet; allein die Versuche sind, wie sich weiter unten ergeben wird, nicht mit reiner Kohle angestellt worden. Ueberhaupt aber findet das Verbrennen der reinen Kohle in der atmosphärischen Luft niemals mit Flamme statt, sondern bloß mit Glühen, wobei die Hitze indeß den höchsten Grad des Weißglühens erreichen kann. Das Glimmen der Kohle ist ein langsames Verbrennen derselben, wobei aber, wegen der Langsamkeit des Prozesses, wenig Hitze entwickelt wird. Die größte Wirkung muß jede Kohle alsdann leisten, wenn sie in einem Zeitraum verbrennt, der ihrem Lockerheitszustande am angemessensten ist. Obgleich nämlich beim schnellsten Verbrennen unbezweifelt die größte Hitze, folglich die größte augenblickliche Erhitzung, welche durch die Kohle bewirkt werden kann, entstehen muß; so ist dieselbe doch zu schnell vorübergehend, und die Kohle kann alsdann eben so wenig ihre volle Wirkung äußern, als bei einem zu langsamen Verbrennen. Im ersten Fall wird die Hitze durch zu schnelle, im letzten Fall durch zu langsame Verbreitung unwirksamer, als wenn das Verbrennen in dem gehörigen Zeitraum erfolgt. Ob dieser Zeitraum für alle Kohlen, für die schwer verbrennlichsten, so wie für die am leichtesten brennbaren, ganz gleich ist; ob nämlich gleiche Quantitäten Kohlen in gleichen Zeiträumen verbrannt, immer gleiche Wirkungen hervorbringen, oder ob

ein anderes Verhältniß statt findet, bleibt den Untersuchungen der Physiker vorbehalten. Sollten alle Kohlen durch das Verbrennen gleicher Quantitäten in gleichen Zeiträumen, wirklich gleiche Wirkungen hervorbringen; so dürfte nur bei einer Kohlenart ausgemittelt werden, in welchem Zeitraum des Verbrennens der größte Effekt hervorgebracht wird, und alsdann würde noch die Bestimmung übrig bleiben, wie die Dichtigkeit der Luft für jede Kohlenart verschieden seyn muß, um die Verbrennung in gleichen Zeiträumen geschehen zu lassen, indem die leichter verbrennliche Kohle eine geringere Dichtigkeit der Luft erfordert, als die schwerer verbrennliche.

Von dem Holze.

Obgleich sich die verschiedenen Holzarten in ihrem specifischen Gewicht, in der Härte, Festigkeit, Entzündbarkeit und Brennkraft ungemein verschieden verhalten; so scheint die Ursache dieser Verschiedenartigkeit doch nur von dem mehr oder minder aufgelockerten Zustande der Pflanzenfaser herzurühren, die Pflanzenfaser selbst aber, ihrer chemischen Zusammensetzung nach, immer eine und dieselbe zu seyn. Das Guajakholz (lignum vitae) und das Stroh sind z. B. in ihren physikalischen Eigenschaften so sehr verschieden, daß das äußere Ansehen und die Beschaffenheit dieser Körper nicht auf eine gleiche chemische Zusammensetzung schließen lassen würden. Dennoch scheint die chemische Zusammensetzung von allen lebenden (d. h. noch nicht in Torf, Braun-, Steinkohle und Graphit umgewandelten) Pflanzenfasern völlig übereinstimmend zu seyn. Die große Verschiedenartigkeit, welche die lebende Pflanzenfaser zeigt, ist daher nur in der Anordnung der kleinen Gefäße zu suchen, welche aus der Pflanzenfaser gebildet werden. Wahrscheinlich entspringen aus der größeren oder geringeren Feinheit der Gefäße, so wie aus dem dichteren und lockereren Nebeneinanderliegen dieser Gefäße, die verschiedenen physikali-

schen Eigenschaften der ganzen aus diesen Gefäßen zusammengesetzten Masse, welche wir Holz nennen. Die Gefäße selbst aber, welche aus der Pflanzenfaser gebildet werden, sind stets mit Luft, Wasser und Pflanzensäften erfüllt, von denen Luft und Wasser auch nach dem Absterben der Pflanze oder des Baums, beständig angetroffen werden. Treibt man die Luft und die Feuchtigkeit dadurch aus, daß man das Holz längere Zeit in einer Temperatur liegen läßt, welche die Siedhitze des Wassers um einige wenige Grade übertrifft; so zieht das getrocknete Holz nach wenigen Stunden schon eine bedeutende Menge von Luft und Wasser wieder aus der Atmosphäre an, und, wie es scheint, in demselben Verhältniß schneller und in größerer Menge, als die aus der Pflanzenfaser gebildeten Gefäße im natürlichen Zustaude stärker aufgelockert waren. Nach diesem verschiedenen Lockerheitszustande der Faser unterscheidet man hartes und weiches Holz. Eine bestimmte Gränze läßt sich natürlich gar nicht angeben, und es ist mehr die Sache der Uebereinkunft, daß man diese oder jene Holzart zu dem harten oder weichen Holz rechnet, als daß man zu dieser Bestimmung durch einen festen und unabänderlichen Charakter geleitet würde Man könnte eben so gut schwere und leichte Holzarten unterscheiden, d. h. solche, die im natürlichen Zustande im Wasser untersinken, oder auf dem Wasser schwimmen.

Aus der chemischen Untersuchung der Pflanzenfaser, welche Gay-Lussac und Thenard angestellt haben, ergiebt sich, daß die lebende Pflanzenfaser in 100 Gewichtstheilen aus etwa 52 Kohlenstoff und 48 Wasserstoff und Sauerstoff, und zwar in denselben Verhältnissen, in welchen diese beiden Körper das Wasser bilden, zusammengesetzt ist. Man würde also, chemisch betrachtet, die Holzfaser als eine Verbindung von etwa 52 Kohlenstoff mit 48 Wasser ansehen können. Daß aber die drei Bestandtheile in ganz anderen und völlig unbekannten

Mischungszuständen die Holzfaser bilden, geht daraus hervor, daß bei der trocknen Destillation, außer dem Wasser noch andere Produkte entstehen, die theils aus Kohlenstoff und Wasserstoff, theils aus Kohlenstoff und Sauerstoff, theils aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff zusammengesetzt sind. Es muß also bei der freiwilligen Entmischung des Holzes in der erhöheten Temperatur, ein Theil des Kohlenstoffes mit verwendet werden, um den Sauerstoff und den Wasserstoff zu entfernen. Aus dem wirklichen Kohlenstoffgehalt des Holzes von etwa 52 Prozent, geht hervor, wie viel Kohle in den übrigen Verkohlungsprodukten verloren geht, die als für sich darstellbare Kohle nicht erhalten werden kann. — Das Buchenholz besteht, nach der Analyse der Hrn. Gay-Lussac und Thenard, aus 51,45 Kohlenstoff, 42,73 Sauerstoff und 5,82 Wasserstoff, oder aus 51,45 Kohlenstoff und 48,55 Wasser. Das Eichenholz fanden sie zusammengesetzt aus 52,53 Kohlenstoff, 41,78 Sauerstoff und 5,69 Wasserstoff, oder aus 52,53 Kohlenstoff und 47,47 Wasser.

Bei einer ganz gleichartigen chemischen Zusammensetzung der Holzfaser, sollte man erwarten, daß alles Holz ein gleiches oder wenigstens ein fast gleich großes specifisches Gewicht besitzen müsse. Es zeigen sich aber sehr große Verschiedenheiten in dem specifischen Gewicht der verschiedenen Holzarten. Die Ursache scheint ganz allein in dem Lockerheitszustande der Holzfaser, und in der Menge von Luft und Wasser zu liegen, welche in den aus der Faser gebildeten Gefäßen befindlich sind. Im frisch gefällten Zustande sind die Gefäße zwar mit einer größern Menge von Flüssigkeiten angefüllt; allein auch das vollkommen lufttrockne Holz hält noch immer eine bedeutende Quantität zurück. Ueber das specifische Gewicht einiger, in einer Temperatur von 245° Fahr. (also 33° Fahr. über dem Siedepunkte des Wassers) und so lange, bis keine Gewichtsabnahme mehr zu bemerken war, ausgetrockneten, dann aber

zur Austreibung aller Luft eine Stunde lang in Wasser gesottenen, also vollkommen luftleeren Holzarten, hat Rumford Versuche angestellt, und folgende Resultate erhalten: (Spec. Gew. des Wassers = 1,0000)

	Spec. Gew.
Eiche . . .	1,5344
Ulme . . .	1,5186
Buche . . .	1,5284
Ahorn . . .	1,4599
Tanne . . .	1,4621
Birke . . .	1,4848
Linde . . .	1,4846
Pappel . . .	1,4854

Es geht aus diesen Versuchen hervor, daß daß specifische Gewicht der festen Theile des Holzes fast um die Hälfte größer ist, als das des Wassers, und daß es sich in allen Holzarten so nahe gleich kommt, daß man den holzigen Theil in allen Hölzern für einerlei anzusehen veranlaßt werden kann. Weil das Holz in einer Hitze von 245° Fahr. gedörrt und durch das Sieden in Wasser von aller Luft befreiet worden war, so geben diese Gewichtsbestimmungen eine schöne Bestätigung des schon durch die chemische Analyse aufgefundenen Resultates, daß die Pflanzenfaser an sich bei allen Holzarten dieselbe sey.

Sehr verschieden von dem specifischen Gewicht der vollkommen luftleeren und wasserfreien Holzfaser, sind die specifischen Gewichte der verschiedenen Holzarten im lufttrocknen Zustande. Es ist daher die Annahme erlaubt, daß die Hölzer, welche im lufttrocknen Zustande das größte specifische Gewicht besitzen, den festesten mechanischen Zusammenhang haben, also durch die Entfernung der in den Gefäßbündeln befindlichen Flüssigkeiten durch das Dörren, den geringsten Gewichtsverlust erleiden; obgleich auch dieser Feuchtigkeitsgehalt, bei einer und

derselben Holzart, unter verschiedenen Umständen sehr verschieden seyn kann. Von diesem Gehalt an Wasser und Luft ist aber das specifische Gewicht des Holzes so sehr abhängig, daß das letztere, für eine und dieselbe Holzart, nur bei einer gewissen Temperatur, welcher das Holz längere Zeit ausgesetzt gewesen seyn muß, bestimmt werden kann. Frisch gefälltes Holz wird daher ein ungleich größeres specifisches Gewicht besitzen, als dasselbe Holz, welches vollkommen lufttrocken geworden ist. Die hier folgenden Angaben der specifischen Gewichte mehrerer Holzarten beziehen sich auf frisch gefälltes und an der Luft vollkommen ausgetrocknetes Holz. Sie sind durch die Hrn. Schübler und Neuffer ausgemittelt worden. (Erdmann's Journ. d. technischen Chemie VII. 45)

Holzarten	Specifisches Gewicht	
	frisch gefällt	ausgetrocknet
Quercus robur. Traubeneiche	1,0754	0,7075
— pedunculata. Stieleiche	1,0494	0,6777
Salix alba. Weiße Baumweide	0,9859	0,4873
Fagus sylvatica. Buche	0,9822	0,5907
Ulmus campestris. Ulme	0,9476	0,5474
Carpinus Betulus. Heinbuche	0,9452	0,7695
Pinus Larix. Lerchenbaum	0,9205	0,4735
— sylvestris. Kiefer	0,9121	0,5502
Acer Pseudoplatanus. Ahorn	0,9036	0,6592
Fraxinus excelsior. Esche	0,9036	0,6440
Betula alba. Birke	0,9012	0,6274
Sorbus aucuparia. Quitsche	0,8993	0,6440
Pinus Abies. Duroi. Edeltanne	0,8941	0,5550
— Picea. Duroi. Rothtanne	0,8699	0,4716
Craetaegus torminalis. Mehlbeere	0,8633	0,5910
Aesculus Hippocastanum. Roßcastanie	0,8614	0,5749
Betula Alnus. Erle	0,8571	0,5001
Tilia europaea. Linde	0,8170	0,4390
Populus nigra. Schwarzpappel	0,7795	0,3656
— tremula. Espe	0,7654	0,4302
— italica. Ital. Pappel	0,7634	0,3931
Salix Caprea. Saalweide	0,7155	0,5289

Es ergiebt sich aus dieser Uebersicht die große Verschiedenheit des specifischen Gewichts der verschiedenen Holzarten im frisch gefällten Zustande, besonders aber auch das verschiedenartige Verhalten der Holzarten nach dem Austrocknen, indem zwar alle sehr bedeutend am specifischen Gewichte verlieren, aber einige ungleich mehr als andere, so daß einige Holzarten im vollkommen lufttrocknen Zustande ein größeres specifisches Gewicht erhalten, als andere, deren specifisches Gewicht im frisch gefällten Zustande bedeutend größer war. Die Ursache von allen diesen Gewichtsverschiedenheiten ist ganz allein in dem verschiedenen Wassergehalt des frisch gefällten Holzes zu suchen.

Unter den untersuchten Holzarten hat nur allein das Eichenholz, und zwar auch nur im frisch gefällten Zustande, ein größeres specifisches Gewicht als das Wasser. Hr. Griffith hat aber das specifische von verschiedenen Holzarten (im lufttrocknen Zustande derselben) ausgemittelt, welche sämmtlich ein größeres specifisches Gewicht besitzen, als das Wasser. (Quarterly Journ. 1824. No. XXXII.)

Guajakholz (Lignum vitae)	1,342
Kokosholz (Cocoas wood)	1,336
Ebenholz	1,226
Brasilienholz	1,132
Atlasholz (Satin wood)	1,078
Tulpenholz (Tulip wood)	1,070
Königsholz	1,069
Botany-Bay-Holz, oder Paraport-Holz (She-oak)	1,067

Auch Hr. Werneck hat das specifische Gewicht von vielen Holzarten, im vollkommen trocknen Zustande derselben, zu bestimmen gesucht (Hermbstädt's Archiv. VI. 79). Daß die Angaben des Hrn. Werneck mit den vorhin angeführten Schüblerschen sehr wenig übereinstimmen und überall be-

deutend geringer ausgefallen sind, rührt daher, weil das Holz, dessen specifisches Gewicht Hr. W. bestimmte, in einer Temperatur von 150 bis 160° Fahr. ausgetrocknet worden war, also eine noch größere Menge von Wasser verloren hatte. Es wird daher um so weniger möglich seyn, das specifische Gewicht der verschiedenen Holzarten so zu bestimmen, daß eine allgemeine Uebereinstimmung der gefundenen Zahlen erwartet werden könnte; als das Gewicht nicht allein durchaus von dem Grade der Temperatur, in welcher das Holz getrocknet war und von der Dauer des Austrocknens, sondern auch noch von andern Umständen abhängig ist. Aus den mühsamen Untersuchungen des Hrn. Werneck geht nämlich hervor, daß das auf Bergen gewachsene Holz, unter gleichen Umständen, stets dichter ist, als das auf der Ebene gewachsene; daß geschlossen gewachsenes Holz stets dichter ist, als isolirt gewachsenes, und daß die Dichtigkeit des Holzes mit der Trockenheit des Bodens, auf dem es wächst, zuzunehmen scheint.

Die Untersuchungen von Rumford, so wie die neueren von Schübler und Neuffer, haben gezeigt, daß der Feuchtigkeitsgehalt des Holzes von einem und demselben Baum ungemein verschieden und in den jüngsten Zweigen desselben zum Theil noch einmal so groß seyn kann, als in dem Stammholz, oder in den älteren Zweigen. Man wird daher auch schwerlich jemals eine Uebereinstimmung in den Angaben über das Verhältniß der wäßrigen zu den festen Bestandtheilen in dem frisch gefällten Holz, zu erwarten haben. Um indeß eine Uebersicht von der großen Verschiedenheit dieses Verhältnisses bei den verschiedenen Holzarten zu erhalten, mögen hier die von den Hrn. Schübler und Neuffer mitgetheilten Verhältnisse der wäßrigen zu den festen Bestandtheilen in dem frisch gefällten Holze folgen. Die gefundene Wassermenge in dem frisch gefällten Holze bezieht sich indeß nur auf den

vollkommen lufttrocknen Zustand des Holzes, in welchem 100 Theile desselben enthalten:

Holzarten	In 100 Theilen	
	Wasser	feste Stoffe
Carpinus Betulus. Hainbuche	18,6	81,4
Salix Caprea. Saalweide	26,0	74,0
Acer Pseudoplatanus. Ahorn	27,0	73,0
Sorbus aucuparia. Quitsche	28,3	71,7
Fraxinus excelsior. Esche	28,7	71,3
Betula alba. Birke	30,8	69,2
Crataegus torminalis. Große Mehlbeere	32,3	67,7
Quercus Robur. Traubeneiche	34,7	65,3
— pedunculata. Stieleiche . . .	35,4	64,6
Pinus Abies. Duroi. Edeltanne. . . .	37,1	62,9
Aesculus Hippocastanum. Roßcastanie .	38,2	61,8
Pinus sylvestris. Kiefer	39,7	60,3
Fagus sylvatica. Buche	39,7	60,3
Betula Alnus. Erle	41,6	58,4
Populus tremula. Espe	43,7	56,3
Ulmus campestris. Ulme	44,5	55,5
Pinus picea. Duroi. Rothtanne	45,2	54,8
Tilia europaea. Linde	47,1	52,9
Populus italica. Ital. Pappel	48,2	51,8
Pinus Larix. Lerche	48,6	51,4
Salix alba. Weiße Baumweide	50,6	49,4
Populus nigra. Schwarzpappel. . . .	51,8	48,2

Aber nicht allein in dem älteren und jüngeren Holz eines und desselben Baumes, sondern auch in den verschiedenen Jahreszeiten weicht der Wassergehalt des Holzes bedeutend ab, wie schon Rumford ausführlich gezeigt hat, indem mit dem im Frühling eintretenden Trieb der Säfte, die Wassermenge im Holze zunimmt. In 100 Theilen von den folgenden fünf Holzarten fanden die Hrn. Schübler und Neuffer

Holzarten	Wassergehalt	
	den 27. Januar	den 2. April
Pinus Abies. L.	52,7	61,0
Corylus Avellana. L.	40,9	49,2
Aesculus Hippocastanum . . .	40,2	47,1
Acer pseudoplatanus	33,6	40,3
Fraxinus excelsior	28,8	38,6

Der Gehalt an wäßrigen Bestandtheilen ward bei diesen Holzarten zu Ende des Januar, zunächst nach strenger Winterkälte, und später zu Anfang des April bestimmt, nachdem der Baum vollkommen in Saft getreten war.

Rumford hat außerdem aber auch noch den Wassergehalt des vollkommen lufttrocknen Holzes auszumitteln gesucht. Das lufttrockne Holz ward in einem Ofen, bei einer Temperatur von 245° Fahr. gänzlich ausgetrocknet Obgleich der Siedepunkt des Wassers dabei überschritten war, so hatte das Holz doch noch keine Veränderung in seiner chemischen Zusammensetzung erlitten. Die mehr oder weniger resinöse Beschaffenheit des Holzes schien aber auf den Gewichtsverlust beim Trocknen einen großen Einfluß zu haben und zu scheinbaren Abweichungen Anlaß zu geben. Es zeigte sich, daß 100 Theile des vollkommen lufttrocknen Holzes enthielten:

Holzarten	Wassergehalt
Eiche	16,64
Ulme	18,20
Buche	18,56
Ahorn	18,63
Tanne	17,53
Birke	19 38
Linde	18,79
Pappel	19,55

Der hier angegebene Wassergehalt ist derjenige, den das in der Wassersiedhitze vollkommen ausgetrocknete Holz immer wieder aus der Luft anzieht, wenn es einige Zeit gelegen hat. Allein dieser Gehalt ist, wie Rumford gezeigt hat, sehr veränderlich und richtet sich nach dem Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre selbst, so daß er mit demselben steigt und fällt. Das frisch gefällte Holz, welches das Maximum des Wassergehaltes besitzt, setzt so lange Wasser ab, bis es sich mit dem Feuchtigkeitszustande der Atmosphäre in ein Gleichgewicht gesetzt hat, worauf es alle Veränderungen in dem Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre mit erleidet. Das Holz verhält sich also, nachdem es gefällt worden ist, durchaus als ein hygroskopischer Körper. Es versteht sich von selbst, daß es der unmittelbaren Einwirkung des Regens nicht ausgesetzt seyn darf, weil es dann wieder eine sehr große Quantität Wasser aufzunehmen im Stande ist.

Hr. Werneck hat gezeigt, daß sich das specifische Gewicht des Holzes vermindert, wenn es längere Zeit der Einwirkung des Wassers ausgesetzt gewesen ist. Das geflößte Holz besitzt daher ein geringeres specifisches Gewicht als das nicht geflößte. Hr. Werneck bestimmte das specifische Gewicht des Holzes vor und nach dem Flößen, indem das Holz in beiden Fällen bei einem und demselben Grade der Temperatur vollkommen getrocknet worden war. Der Unterschied im specifischen Gewicht betrug bei sehr vielen der von ihm geprüften Holzarten zwischen 0,02 bis 0,03. So hatte z. B. das nicht geflößte Buchenholz ein specifisches Gewicht von 0,56, das geflößte hingegen nur von 0,537; das nicht geflößte Weißtannenholz (Pinus picea Lin. oder P. abies. Duroi) ein specifisches Gewicht von 0,493, das geflößte hingegen nur von 0,464 u. s. f. Diese Unterschiede können nur daher rühren, daß sich die Pflanzensäfte in den Gefäßbündeln des nicht geflößten Holzes verdicken, wogegen sie in dem geflößten Holz

ausgelaugt werden, so daß das geflößte Holz mehr Luft in den feinen Gefäßen aufnehmen kann, als das nicht geflößte.

Die sehr bekannte Eigenschaft des Holzes, sich bei feuchter Luft auszudehnen und bei trockner Luft wieder zusammenzuziehen, wodurch das Krümmen, Werfen und Springen der hölzernen Geräthschaften herbeigeführt wird, hat ihren Grund in der hygroskopischen Beschaffenheit des Holzes. Das frisch gefällte Holz, welches das Maximum des Feuchtigkeitsgehaltes besitzt, muß daher eine bedeutende Verminderung des Volumens erleiden, bis der Wassergehalt des Holzes mit dem Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre in das Gleichgewicht gekommen ist. Diese Volumverminderung ist indeß bei den verschiedenen Holzarten sehr verschieden und wird sich ziemlich genau nach dem Wassergehalt des frisch gefällten Holzes richten müssen. Es fehlt noch an genaueren Untersuchungen über die Verminderung des Volumens der frisch geschlagenen Holzarten. Daß diese Abnahme des Volumens aber eine ganz veränderliche Größe ist, geht aus der hygroskopischen Eigenschaft des Holzes hervor, so daß sich selbst für eine und dieselbe Holzart kein bestimmtes Maaß für die Verminderung des Volumens (Schwindemaaß) angeben läßt. Bei mehreren Holzarten kann die Abnahme des Volumens, von dem frisch gefällten bis zu dem gewöhnlichen lufttrocknen Zustande des Holzes, vielleicht mehr als $\frac{1}{10}$ betragen, wodurch allein schon sehr große Differenzen in den Angaben über den Holzverbrauch zu gewissen Zwecken entstehen können.

Ueber die Brennkraft der verschiedenen Holzarten, nämlich über die Wärmequantitäten, welche sie beim Verbrennen entwickeln, haben, außer Rumford, noch mehrere Physiker Untersuchungen angestellt. Diese Untersuchungen sind jedoch überaus schwierig und können höchstens nur annähernde Resultate geben, indem es nicht auf den Feuchtigkeitsgehalt des Holzes allein, sondern auch auf die Verbrennungszeiten an-

kommt, weil die festere Holzart ohne Zweifel einen schnellern Luftzutritt verlangt, als die weniger feste, wenn beide mit einem gleich großen Effekt verbrennen sollen. Die Ursache dieses Verhaltens kann nur darin liegen, daß in einer bestimmten Zeit die Verbrennung entweder zu langsam erfolgt, so daß sich die entwickelte Wärme, durch die leitende Eigenschaft der umgebenden Körper und der Luft, zu sehr zerstreut und nicht für den bestimmten Zweck wirksam seyn kann; oder daß die Verbrennung zu schnell eintritt, so daß für den bestimmten Zweck zu viel geleistet wird und zu viel Wärme unbenutzt verloren geht. Nach der Theorie muß die Hitze, welche ein Brennmaterial beim Verbrennen entwickelt, mit der Sauerstoffmenge im Verhältniß stehen, welche zum Verbrennen erforderlich ist. Das Brennmaterial welches am mehrsten Wasserstoff enthielt, wird daher mehr Wärme entwickeln müssen, als das an Kohlenstoff reichere, und dieses wieder mehr als dasjenige, welches am mehrsten Sauerstoff in seiner Mischung enthält. Allein es kommt bei sehr vielen Operationen nicht bloß auf die Menge von Wärme an, welche ein Brennmaterial zu entwickeln vermag, sondern auch auf den Grad der Hitze, welcher hervorgebracht werden soll. Um dieser letzten Forderung zu entsprechen, sind besondere Vorkehrungen erforderlich, um in gleichen Zeiträumen größere Quantitäten zur Verbrennung zu bringen, sey es durch Verdichtung der Luft, durch einen schnellen Luftwechsel, oder durch Vergrößerung der Flächen und Räume, auf und in welchen das Brennmaterial verbrannt wird. Dennoch kann ein Brennmaterial, welches an sich eine größere Quantität Wärme beim Verbrennen entwickelt als ein anderes, vielleicht einen ungleich geringeren Effekt leisten, wenn es darauf ankommt, einen gewissen Hitzgrad anhaltend hervorzubringen. Vergleichungen über die Hitzkraft der verschiedenen Brennmaterialien, lassen sich daher nur für einen bestimmten Zweck anstellen, und es ist allerdings mög-

lich, daß ein Brennmaterial für einen gewissen Zweck einen größeren, für einen anderen Zweck einen geringeren Effekt leistet, als ein anderes Brennmaterial. Dergleichen Vergleichungen über den Effekt verschiedener Brennmaterialien, können zwar nur ganz allein durch Versuche und Erfahrungen erhalten werden; allein man bedient sich bei diesen Versuchen gewöhnlich einer und derselben Vorrichtung, welche zwar der Beschaffenheit des einen, aber nicht der des andern Brennmaterials angemessen seyn kann, so daß die Resultate wahrscheinlich anders ausgefallen seyn würden, wenn man die Vorrichtung dem jedesmaligen Lockerheitszustande des Brennmaterials, nämlich seiner Entzündbarkeit angemessen, abgeändert hätte. Rumford's Untersuchungen beziehen sich auf die Menge von Wärme, welche die Holzarten beim Verbrennen entwickeln. Er bediente sich eines Calorimeters, und bestimmte die Menge Wasser, welche, durch das Verbrennen von folgenden Holzarten, vom Gefrierpunkt bis zum Siedepunkt erhitzt wird. Von jeder Holzart ward 1 Pfund angewendet.

Art des Holzes (Als Späne von etwa 0,1 Linie Dicke, 6 Linien Breite und 6 Zoll Länge, und jedesmal 1 Pfund, angewendet)	Erhitzt vom Eispunkt bis zum Siedepunkt Pfunde Wasser
Lindenholz, 4 Jahre lang als Tischlerholz getrocknet	34,609
—, desgleichen	34,805
—, desgl. aber stark auf einem Ofen getrocknet	39,605
—, desgl. desgl.	40,685
—, desgl. desgl., aber weniger stark .	38,833
Buchenholz, 4—5 Jahre lang als Tischlerholz getrocknet	33,817
—, desgleichen	33,752
—, desgl. und stark auf einem Ofen getrocknet	36,334
—, desgl. desgl.	36,184
Ulmenholz, etwas feuchtes Tischlerholz	27,147
—, trocknes 4—5jähriges Tischlerholz . .	30,359
—, desgl.	30,051
—, desgl. aber stark auf einem Ofen getrocknet	34,515
—, desgl. desgl.	33,651
—, desgl. und in einem Darrofen bis zum Braunwerden getrocknet	30,900

Art des Holzes (Als Späne von etwa 0, 1 Linie Dicke, 6 Linien Breite und 6 Zoll Länge, und jedesmal 1 Pfund, angewendet)	Erhitzt vom Eispunkt bis zum Siedepunkt Pfunde Wasser
Eichenholz, gewöhnliches Brennholz, in Spänen von mittlerer Dicke	25,590
— , desgl. in stärkeren Spänen, einen Rückstand von Kohle gebend	24,748
— , desgl. aber in dünneren Spänen . .	26,272
— , desgl. in dünnen, gut an der Luft getrockneten Spänen	29,210
— , trocknes Tischlerholz, in dünnen Spänen	29,880
— , desgl. desgl.	29,796
— , desgl aber in dicken Spänen, Kohle zurücklassend	26,227
Eschenholz, gewöhnliches trocknes Tischlerholz . .	30,666
— , desgl. in an der Luft getrockneten Spänen	33,720
— , stark auf einem Ofen getrocknet . . .	35,449
Ahornholz, in stark auf einem Ofen getrockneten Spänen	36,117
Kirschbaumholz, trocknes Tischlerholz	33,339
— , desgl. stark auf einem Ofen getrocknet	36,904
— , desgl. in einem Darrofen gebräunt	34,763
Tannenholz, gewöhnlich trocknes Tischlerholz . .	30,322
— , in gut an der Luft getrockneten Spänen	34,000
— , stark auf einem Ofen getrocknet . .	37,379
— , in einem Darrofen bis zum Braunwerden getrocknet	33,358
— , in dicken Spänen, die viel Kohle zurückließen	28,695
Pappelholz, gewöhnlich trocknes Tischlerholz . .	34,601
— , desgl. stark auf einem Ofen getrocknet	37,161
Hainbuchenholz, trocknes Tischlerholz	31,800
— , desgl.	31,601

Bei dem Verbrennen der Späne war die Einrichtung getroffen, daß sie unter der Oeffnung des Calorimeters eine schöne helle Flamme, ohne den mindesten Rauch oder Geruch, und ohne einen merklichen Aschenrückstand gaben. Bei Vergleichung der Erfolge ergiebt sich, daß das Holz um so mehr Wärme giebt, je trockner es ist. Aber bei allen Versuchen waren die Verhältnißmengen bei derselben Holzart fast ganz gleich, wenn man die noch in den Spänen befindliche Feuchtigkeit bestimmt und die Quantitäten der wirklich verbrannten Holzsubstanz ausmittelt. Nur dann, wenn das Holz durch zu

starkes Dörren, wobei es sich schon zu verkohlen anfängt, eine Zersetzung erlitten hat, leistet es eine geringere Wirkung. Die Versuche ergeben ferner, daß die weichen, oder die mehr aufgelockerten Holzarten, eine größere Wirkung (bei gleichen Gewichten) hervorbringen, als die schwereren, oder die so genannten harten Holzarten. Dieser Erfolg ist wahrscheinlich den verschiedenen Verbrennungszeiten und dem Umstande zuzuschreiben, daß das mehr aufgelockerte Holz, weil es der Luft mehr Berührungsfläche darbietet, vollständiger zerlegt wird. Möglich ist es aber auch, daß sich beim Verbrennen des weichen Holzes andere Verhältnisse von Gasarten bilden, welche bei dem harten Holz, bei einer abgeänderten Verbrennungszeit, vielleicht ebenfalls entstehen würden.

Nasses Holz muß, bei gleichem Gewichte, eine geringere Wirkung hervorbringen, als trocknes Holz, weil es weniger Holzsubstanz enthält. Allein es muß außerdem ein Theil der beim Verbrennen sich entwickelnden Wärme zur Verflüchtigung des Wassers verwendet werden. Deshalb ist es vortheilhaft, sich stets des trocknen Holzes zu bedienen. Kommt es darauf an, sehr hohe Hitzgrade hervorzubringen, so würde dies bei nassem Holze häufig ganz unmöglich seyn, weil zu viel Wärme durch Verflüchtigung des Wassers absorbirt wird, und weil die Verbrennung zu langsam erfolgt, so daß in bestimmten Zeiträumen nicht so viel Holz verbrennt als erforderlich ist, um den verlangten Hitzgrad hervorzubringen. Aus diesem Grunde ist man zuweilen genöthigt, das Holz vor dem Gebrauch zu trocknen. Vorzüglich nothwendig ist das Trocknen des Holzes, wenn dasselbe als Brennmaterial in Flammenöfen zum Umschmelzen des Roheisens dienen soll. Man bringt dasselbe dann vorher in Trockenkammern, oder auch in Trockenöfen, die zu diesem Zweck besonders bestimmt sind. Die Zeichnungen Fig. 293—295. stellen einen solchen Ofen zum Trocknen des Holzes dar, wie er auf der Eisengießerei zu

St. Petersburg angewendet wird. Fig. 295. ist der Grundriß, Fig. 293. die vordere Ansicht von der einen langen Seite, und Fig. 294. der Durchschnitt des Ofens, durch den Feuerungsraum oder nach der kürzern Seite. Der Ofen ist durchaus massiv, mit einem Dache von Eisenblech versehen und das Gewölbe wird durch eiserne Anker zusammen gehalten. In der einen Ecke des Ofens befindet sich die Feuerungsvorrichtung, welcher diagonal gegenüber die Esse aufgeführt ist, um den Rauch und die erhitzte Luft aus der Feuerung, so wie die aus dem Holze sich entwickelnden Feuchtigkeiten abzuleiten. Die Thüre zum Eintragen des frischen, und zum Herausnehmen des getrockneten Holzes, wird, nachdem der Ofen gefüllt ist, durch eine schwache Blendmauer geschlossen, welche nach dem erfolgten Trocknen wieder weggerissen wird. Auch bedient man sich großer gegossener eiserner Thürflügel, statt der verlornen Mauer. Das Dach hat keine andere Bestimmung als das Gewölbe des Ofens gegen den Regen zu schützen und zugleich die daraus entspringende Abkühlung zu verhindern. — In anderen Fällen benutzt man wohl die Gewölbe der Schmelzöfen selbst zum Abtrocknen des Holzes, oder sucht sich auf andere Weise zu helfen, um trocknes Holz zum Betriebe der Flammenöfen zu erhalten.

Der Aschengehalt der verschiedenen Holzarten richtet sich zum Theil nach den zufälligen Umständen, unter welchen der Baum gewachsen ist. v. Saussure zeigte zuerst, daß kohlensaure Kalkerde, — und nicht Kieselerde, wie man bis dahin geglaubt hatte, — der überwiegende Bestandtheil der Holzasche ist. Die aus dem Holze dargestellte Kohle nimmt übrigens den ganzen Gehalt an Erden, Salzen und Alkalien auf, welcher sich in dem Holze befand. Der Aschengehalt der Kohle wird folglich um so bedeutender seyn, je weniger Kohle aus dem Holze (ohne theilweises Verbrennen desselben) dargestellt wird. Nimmt man z. B. eine mittlere Kohlengewinnung von

20 Prozent, — dem Gewicht nach, — aus dem Holze an; so wird die Kohle fünfmal so viel Asche enthalten, als das Holz woraus sie bereitet ist. — Sehr ausführliche Versuche über die Menge und Beschaffenheit der Asche aus verschiedenen Holzarten haben die Hrn. Berthier (Archiv XIV. 419) und Werneck (Hermbstädts Archiv VI. 62) angestellt. Die Untersuchungen des letzteren beziehen sich vorzüglich auf die Ausmittelung der Menge der Asche überhaupt und auf die der Pottasche insbesondere, welche aus einer gewissen Menge verschiedener Holzarten erhalten wird. Hr. Berthier hat dagegen besonders die Beschaffenheit der Asche aus verschiedenen Holzarten bestimmt. Er bestätigt v. Saussure's frühere Angabe, daß die Holzasche größtentheils aus kohlensaurer Kalkerde besteht, daß sie außerdem schwefelsaure und phosphorsaure Salze, kohlensaures Kali, etwas Eisenoxyd, wenig Kieselerde und niemals Thonerde enthält. Der Aschengehalt des Holzes und der Holzkohlen hat auf die metallurgischen Prozesse niemals einen ungünstigen Einfluß, theils wegen der Beschaffenheit, theils wegen der geringen Menge von Asche, welche die Holzarten und die daraus bereiteten Kohlen hinterlassen. Nur selten beträgt der Aschengehalt des Holzes über $\frac{1}{3}$ Prozent dem Gewicht nach, obgleich er zuweilen bis 2 Prozent und darüber zu steigen scheint. Faules Holz soll, nach Pissis (Scherer's Journ. d. Chemie VIII. 280) noch einmal so viel Asche beim Verbrennen zurück lassen, als das gesunde.

Das Holz wird durch Säuren und Alkalien zerstöhrt und in Stoffe umgeändert, welche den Bestandtheilen desselben und der Wirkungsart der angewendeten Körper entsprechen. Diese Veränderungen haben für den Metallurgen kein unmittelbares Interesse. Desto wichtiger für ihn ist diejenige Veränderung, welche das Holz durch die freiwillige Zersetzung in der erhöheten Temperatur erleidet.

Vom Verkohlen des Holzes und von der Holzkohle.

Bekanntlich sind alle Produkte die bei der trocknen Destillation organischer Körper erhalten werden, aus den so genannten näheren Bestandtheilen dieser Körper abgeleitet. Aber Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff, welche die näheren Bestandtheile des Holzes ausmachen, sind, bei verschiedenen Graden der Temperatur, auch verschiedenen Verbindungsgesetzen unterworfen. Es muß daher die Menge der bei der trocknen Destillation, oder beim Verkohlen zurückbleibenden reinen Kohle, nicht bloß von der Beschaffenheit des zu verkohlenden Körpers, sondern auch zugleich von den Graden der Temperatur abhängen, welche beim Verkohlen angewendet wird Und so ist es auch in der That. Manche Harze und Fette, die ungleich mehr Kohlenstoff enthalten als das Holz, hinterlassen bei der freiwilligen Entmischung in der erhöheten Temperatur nicht eine Spur von Kohle; und bei einer und derselben Holzart, ist die Menge der zurückbleibenden Kohle ganz von dem Grade der Hitze beim Verkohlen abhängig. Eben so sehr als die Menge der zurückbleibenden Kohle, wird aber auch die Menge und Beschaffenheit der übrigen, bei der trocknen Destillation, oder beim Verkohlen sich bildenden Verbindungen, nach den Graden der angewendeten Temperatur verschieden seyn, indem die Quantität der zurückbleibenden Kohle nur eine Folge von der Natur und Beschaffenheit der gasartigen und der tropfbar flüssigen Verbindungen ist, die bei diesem Prozeß gebildet werden. Ist also die Darstellung der Kohle der Hauptzweck des Prozesses, so wird eine möglichst niedrige und nur gegen das Ende des Prozesses gesteigerte Hitze, das Mittel seyn, um so wenig Kohle als möglich, in den sich bildenden gasartigen und tropfbar flüssigen Verbindungen zu verlieren.

Die bei der trocknen Destillation des Holzes sich bilden= den Produkte sind Wasser, Oel, Harz, Holzsäure, Holzspiri= tus, ein Gemenge von Gasarten, zusammengesetzt aus kohlen= saurem Gas, Kohlenoxydgas, Kohlenwasserstoffgas und ölzeu= gendem Gas, und endlich Kohle. Das Verhältniß aller die= ser Verbindungen zu einander und zu der Menge der zurück= bleibenden Kohle, ist zum großen Theil von der Temperatur abhängig. Man unternimmt die trockne Destillation oder die Verkohlung des Holzes zuweilen in der Absicht um das Oel und die harzigen Theile zu gewinnen, und in anderen Fällen um die Holzsäure darzustellen; immer aber muß die bei der Zersetzung des Holzes zurückbleibende Kohle als das Haupt= produkt betrachtet werden, welches die Kosten für das Holz und für den Destillationsprozeß zum größten Theil decken muß. Der Metallurg sieht die Darstellung der Kohle als den eigentlichen und gewöhnlich als den einzigen Zweck der Verkohlung an, obgleich die Vorrichtungen zur Verkohlung zuweilen so getroffen sind, daß auch die öligen und harzigen Theile und die Holzsäure als Nebenprodukte gewonnen wer= den. Die zu verschiedenen Zeiten wiederholten Aufforderun= gen, bei der Verkohlung des Holzes die Nebenprodukte nicht unbeachtet zu lassen, und die Versicherungen, daß der Werth dieser Nebenprodukte die Kosten für das Holz zu decken im Stande sey, so daß sich die Kohle fast ganz kostenfrei erhal= ten lasse, haben niemals einen allgemeinen Eingang gefunden. Der durch das Aufsammeln der Säure und des Thers ent= stehende Vortheil, kann nur in wenigen Gegenden berücksich= tigt werden, wird auch durch die größeren Verkohlungskosten bedeutend vermindert. Ther und Pech lassen sich nur aus den harzreicheren Theilen einiger Pinusarten mit Vortheil ge= winnen. Eben so wird das Brandharz aus dem Birkenholz nur in solchen Gegenden dargestellt, wo das Holz einen ge= ringeren Werth hat, oder wo die Arbeitslöhne wohlfeil zu er=

halten sind. Die Holzsäure erfordert zur Reinigung so bedeutende Kosten, daß der Vortheil beim Aufsammeln derselben darüber ganz verloren geht. Deshalb haben auch alle Anlagen, welche die Benutzung der Holzsäure auf Essig oder auf essigsaure Präparate zum Zweck hatten, nur einen schwachen Fortgang gehabt. Nachdem man in der neuesten Zeit die Essigsäure auf eine einfache Weise aus dem Weingeist darzustellen gelernt hat, wird es noch weniger möglich seyn, die Holzsäure mit Vortheil zu benutzen. Wäre es gegründet, daß bei der Destillation des Holzes in geschlossenen Räumen, ohne allen Luftzutritt, eine größere Quantität Kohle aus dem Holz dargestellt werden könnte; so würde die Verkohlung in geschlossenen Räumen, wobei Ther und Säure in der größten Menge zu erhalten sind, wegen der zugleich zu gewinnenden größeren Menge Kohle rathsam oder vortheilhaft erscheinen; aber die Erfahrung widerspricht einem solchen Erfolge und es ist daher kein Grund vorhanden, der größeren Kohlenerzeugung wegen, der Verkohlung in geschlossenen Räumen den Vorzug zu geben.

Setzt man Holz einer Temperatur von höchstens 120° Reaum. längere Zeit aus; so tritt ein Zeitpunkt ein, wo keine Gewichtsveränderung weiter statt findet. Das völlig lufttrockne (aber noch nicht in der Wassersiedhitze getrocknete) Holz verliert dabei zwischen 56 und 59 Prozent. Der Rückstand, welcher, außer einem etwas matteren Ansehen, ganz der gewöhnlichen Holzkohle ähnlich zu seyn scheint, wiegt also zwischen 41 und 44 Prozent von der angewendeten Holzmenge. Diese kohlenartige Substanz, welche Rumford das Pflanzengerüst, oder das Skelett der Pflanze nannte, und von welcher er behauptete, daß sie reine Kohle und in allen Pflanzen in gleicher Menge vorhanden sey, ist jedoch keinesweges eine wirkliche Kohle, sondern eine nicht vollständig entmischte Holzfaser. In einer Temperatur von 120° Reaum. läßt sich näm-

lich die Entmischung des Holzes nicht weiter bringen, als bis zu einem Verlust von 56 bis 59 Prozenten. Wird aber die Temperatur erhöhet, so tritt ein neuer Gewichtsverlust ein, welcher für diesen Grad der Temperatur ebenfalls konstant bleibt, bis endlich in der Rothglühhitze die Entmischung der Holzfaser vollständig erfolgt ist und nun, ohne Luftzutritt, keine Gewichtsverminderung weiter statt findet. Die Produkte einer solchen langsamen Zersetzung müssen von denen bedeutend abweichen, welche bei der durch schnell verstärkte Hitze bewirkten Zersetzung erhalten werden, weil in beiden Fällen sehr ungleiche Quantitäten Kohle zurückbleiben. Weißbuchenholz, welches beim schnellen Verkohlen die gewöhnlichen Produkte der Holzdestillation giebt, und dabei 13,3 Procent Kohle hinterläßt, entwickelt bei einer sehr langsamen Temperaturerhöhung ungleich mehr Wasser, Kohlenwasserstoffgas und kohlensaures Gas, und hinterläßt 26,1 Procent, also fast noch einmal so viel Kohle. Die Zersetzung der Holzfaser beginnt also schon in einer ziemlich niedrigen Temperatur, wird aber erst in der Rothglühhitze vollendet. Hr. Cheuvreusse hat (Ann. de Chimie 29. 426) auf das sehr verschiedenartige Verhalten der Kohle, welche in schwacher Hitze erzeugt ist, von derjenigen Kohle, die bei der Anwendung von Rothglühhitze aus einer und derselben Holzart dargestellt wird, besonders aufmerksam gemacht. Die erstere hat ein geringeres specifisches Gewicht, leitet die Electricität und die Wärme ungleich schlechter, ist weit leichter verbrennlich (und daher zur Pulverfabrikation besonders geeignet) und absorbirt die Feuchtigkeit aus der Atmosphäre sehr viel schneller und in einem stärkeren Grade, als die Kohle, zu deren Darstellung Rothglühhitze angewendet worden ist. Die in geringerer Temperatur erhaltene Kohle ist aber noch keine reine Kohle; vermuthlich ist sie mit Sauerstoff und vielleicht nicht mehr mit Wasserstoff verbunden, welches indeß noch nähere Untersuchungen erfordert.

Sehr verschieden sind die Angaben der Physiker über den durch die trockne Destillation darstellbaren Kohlegehalt des Holzes. Es ist überflüssig, die Resultate hier aufzuführen, weil sich nach den verschiedenen Graden der zum Verkohlen angewendeten Temperatur, sehr große Abweichungen in den Resultaten zeigen müssen. Bei einer möglichst langsamen Verkohlung, durch welche man das Maximum des darstellbaren Kohlegehaltes erhält, geben alle Holzarten eine fast gleich große Menge von Kohle. Man kann daher wohl annehmen, daß alle Abweichungen in den Angaben über den darstellbaren Kohlegehalt aus einer und derselben, so wie aus den verschiedenen Holzarten, bloß in der Anwendung verschiedener Temperaturgrade bei der Verkohlung ihren Grund haben. In der hier folgenden Nachweisung ist das Ausbringen von Kohle für jede Holzart doppelt angegeben; einmal wenn die Verkohlung sehr schnell erfolgt, oder wenn sogleich Glühhitze bei der Destillation gegeben, und dann, wenn nur eine sehr langsam bis zum Glühen gesteigerte Temperatur angewendet wird.

100 Gewichtstheile von folgenden Holzarten geben:	Bei rascher Verkohlung. Kohle	Bei langsamer Verkohlung. Kohle
Junges Eichenholz	16,54	25,6
Altes Eichenholz	15,91	25,71
Junges Rothbuchenholz (Fagus sylvatica)	14,875	25,875
Altes Rothbuchenholz	14,15	26,15
Junges Weißbuchenholz (Carpinus Betulus)	13,12	25,22
Altes Weißbuchenholz	13,65	26,45
Junges Erlenholz	14,45	25,65
Altes Erlenholz	15,3	25,65
Junges Birkenholz	13,05	25,05
Altes Birkenholz	12,2	24,70
Birkenholz, welches über 100 Jahre in einer Grube als Stempel gestanden und sich gut erhalten hatte	12,15	25,10

100 Gewichtstheile von folgenden Holzarten geben:	Bei rascher Verkohlung. Kohle	Bei langsamer Verkohlung. Kohle
Junges Fichtenholz (Pinus picea. Duroi)	14,25	25,25
Altes Fichtenholz	14,05	25
Junges Tannenholz (Pinus Abies. Duroi)	16,225	27,725
Altes Tannenholz	15,35	24,75
Junges Kiefernholz (Pinus sylvestris) .	15,52	26,07
Altes Kiefernholz	13 75	25,95
Lindenholz	13,3	24,60
Roggenstroh	13,4	24,60
Stroh von Farrenkraut	17	27,95
Rohrstengel	14,65	26,45

Das Holz ward im Zustande von Hobelspänen angewendet, welche mehrere Tage in einer Temperatur von 12 bis 15 Gr. Reaum. vollkommen lufttrocken geworden waren. So verschieden die Pflanzenfaser der Gräser, Farrenkräuter und der Holzarten erscheinen mag, so geben doch alle fast gleiche Quantitäten Kohle bei der trocknen Destillation. Die Abweichungen können nur darin ihren Grund haben, daß es schwierig ist, die Temperatur stets in gleicher Höhe zu erhalten. Daher mußten die Resultate bei der schnellen Destillation mehr abweichend ausfallen, weil sich die Temperatur dann noch weniger genau abmessen läßt. Bei allen Kohlen war zuletzt vollkommene Glühhitze gegeben worden.

Diese Angaben beziehen sich auf das Gewicht des lufttrocknen Holzes und auf das Gewicht der daraus dargestellten Kohlen. Man pflegt aber, bei der Verkohlung im Großen, das mehr oder minder günstige Resultat des Verkohlungsprocesses nicht nach dem Gewicht, sondern nach dem Volum zu beurtheilen. Bei diesen Angaben über das Kohlenausbringen nach dem Volum finden ganz außerordentliche Abweichungen statt, indem die Zahlen von 40 bis 92 variiren,

so daß man in einigen Gegenden ein Kohlenausbringen von 40 Prozent des Holzvolumens schon als eine sehr gut geführte Verkohlung betrachtet, in anderen aber aus 100 Raumtheilen Holz einige 90 Prozent Kohlen erhält, und dieses größere Ausbringen theils der sorgfältigeren Arbeit, theils der besseren Methode beim Verkohlen zuzuschreiben geneigt ist. Es ist einleuchtend, daß äußerst beträchtliche Differenzen schon aus dem Alter, aus dem Feuchtigkeitszustande und aus der Art des zu verkohlenden Holzes entspringen müssen; aber noch größere Abweichungen werden durch die Art herbeigeführt, wie der räumliche Inhalt des zu verkohlenden Holzes und der, der erhaltenen Holzkohlen bestimmt wird. In einigen Gegenden werden der Köhlerei die Holzquantitäten in Haufen die nach bestimmten Maaßen im Walde aufgesetzt sind, übergeben. In anderen Gegenden bestimmt man den räumlichen Inhalt des zu verkohlenden Holzes erst nachdem es schon in den Meilern aufgestellt worden ist. Bei der Bestimmung des Volumens der erhaltenen Kohlen, kommt es wieder auf die Größe der Stücken an, indem größere Stücken mehr zu hohlen Räumen in den Gemäßen Anlaß geben, als kleinere Kohlen. Ganz besonders muß aber die Art und Weise, wie das zu verkohlende Holz in den Haufen nach bestimmten Dimensionen aufgestellt worden ist, von Einfluß seyn, indem der Köhlerei die mehr oder weniger dicht aufgestellten Haufen immer als gleich bedeutende Größen angerechnet werden, obgleich dichter gesetzte Haufen zuweilen wohl $\frac{1}{3}$ wirkliche Holzmasse mehr enthalten können, als die sorglos aufgestellten Haufen. Dies Verhältniß, welches den Erfolg der Verkohlung unverdient in einem schlechten Licht erscheinen lassen kann, findet vorzüglich dann statt, wenn eine Köhlerei genöthigt ist, sich die hohlen Räume in den schlecht gesetzten Haufen als wirkliches Holz anrechnen zu lassen, und es wäre daher wohl möglich, daß bei einem Kohlenausbringen von 50 Prozent eine sorgsamere

Arbeit statt gefunden hat, als bei einem Ausbringen von 90 Prozent, weil im ersten Fall die hohlen Räume in den Haufen als Holz in Rechnung gebracht worden, im letzten Fall aber ein sehr reichliches Maaß und möglichst dicht gesetzte Haufen von Holz zur Verkohlung gekommen sind. Vergleichungen über den Erfolg der Verkohlungsprozesse in verschiedenen Gegenden, lassen sich daher nur mit genauer Berücksichtigung der Beschaffenheit des Holzes und der Verhältnisse anstellen, unter welchen die Bestimmung des Volumens des zu verkohlenden Holzes geschieht; in einer und derselben Gegend, oder bei einer und derselben Holzart, aber nur dann, wenn bei der Bestimmung des Volumens mit Unpartheilichkeit und ohne vorgefaßte Meinung für die eine oder für die andere Verkohlungsmethode verfahren wird. Ganz fehlerhaft ist es aber, das Volumen des zum Verkohlen gegebenen Holzes, durch Berechnung des Inhalts der Meiler zu bestimmen, weil dabei die unrichtige Voraussetzung zum Grunde liegt, daß ein gleicher räumlicher Inhalt der Meiler auch mit einem gleichen Volum wirklicher Holzmasse erfüllt sey. Verlangt man genaue und zuverläßige Resultate von solchen Vergleichungen, so genügt es nicht, das Volum des Holzes nach den Dimensionen der Haufen (Klafter, Malter, Schragen u. s. f.) zu bestimmen, welche zu den Verkohlungsversuchen angewendet werden; sondern es muß die wirkliche Holzmasse, nach Abzug aller hohlen Räume, ausgemittelt werden. Diese Ausmittelung kann nicht durch Ausmessen der einzelnen Scheite oder Kloben bewirkt werden, weil die sehr unregelmäßige Gestalt der einzelnen Stücken gar keine zuverläßige Berechnung zuläßt; sondern man muß die Zwischenräume in den aufgestellten Klaftern auf andere Weise bestimmen. Dies kann z. B. dadurch geschehen, daß ein großes Gefäß von bekanntem räumlichen Inhalt mit dem zu verkohlenden Holz möglichst dicht ausgefüllt wird, und daß man die Zwischenräume durch die

Menge von trocknem Sand bestimmt, welche wieder in Abzug gebracht wird. Auf ähnliche Weise würde auch das Volumen der erhaltenen Kohle bestimmt werden müssen. Wird z. B. ein Gefäß, oder irgend ein begränzter Raum von 1000 Kubf. Inhalt, möglichst dicht mit dem zu verkohlenden Holz ausgelegt, waren aber dennoch zur Ausfüllung der Zwischenräume 250 Kubf. Sand erforderlich, so sind nur 750 Kubf. wirkliche Holzmasse zum Verkohlen gegeben worden. So umständlich ein solches Verfahren ist, so kann man doch nur allein auf diese Weise zuverläßige Resultate bei Verkohlungsversuchen erwarten. Dabei wird aber außerdem vorausgesetzt, daß das zum Versuch und Gegenversuch angewendete Holz unter gleichen Verhältnissen aufgewachsen, eingeschlagen und aufbewahrt, und daß eine und dieselbe Holzart angewendet worden ist.

Das frisch gefällte Holz erleidet eine bedeutende Verminderung seines Volumens bei dem Uebergange in den lufttrocknen Zustand. Diese Verminderung ist bei den verschiedenen Holzarten verschieden, und weicht sogar bei einer und derselben Holzart nach den Umständen ab, unter welchen das Holz aufgewachsen und eingeschlagen worden ist. Bei dem Uebergange aus dem lufttrocknen Zustande in den Zustand, in welchem es alle Feuchtigkeit verloren hat, — also bis zum Braunwerden beim Dörren, — muß abermals eine Volumverminderung eintreten. Bei der Verkohlung in geschlossenen Räumen, soll die Verminderung des Volumens, nach einigen Angaben 20 bis 25 Prozent betragen, so daß 100 Kubf. lufttrocknes Holz nur 80 oder 75 Kubikfuß Kohle geben; nach anderen Angaben soll die Verminderung ungleich geringer seyn, nur 8 bis 10 Prozent betragen, ja es soll sogar eine Zunahme am Volumen bis zu 28 Prozent statt finden, und diese Vergrößerung des Volumens des Holzes soll durch das Aufreißen des Holzes, oder durch das Aufspringen der Kohle

veranlaßt werden. Es ist wohl möglich, daß ein solcher Erfolg in einzelnen Fällen eintritt; allein die Darstellung der Kohle aus dem Holz kann ohne Verminderung des Volumens des letztern nicht erfolgen. Leider fehlt es aber durchaus noch an zuverläßigen Erfahrungen über die wirkliche Verminderung des Volumens des Holzes beim Verkohlen.

Die Erfahrung lehrt allgemein, daß das so genannte harte Holz auch eine dichtere und specifisch schwerere Kohle hinterläßt, als das weiche Holz, daß sich also die Dichtigkeit der Kohle ganz nach der Dichtigkeit des Holzes zu richten scheint. Dennoch fehlt es nicht an Angaben über das specifische Gewicht verschiedener Kohlenarten, welche gerade das Gegentheil darthun. Scopoli giebt, bei gleichem Volum, das Gewicht der Eichenkohle zu 86, der Buchenkohle zu 66, der Birkenkohle zu 61, der Lindenkohle zu 40, der Tannenkohle zu 44 an, welches Verhältniß eben so unrichtig zu seyn scheint, als die Angaben von Hjelm, nach denen das specifische Gewicht der Eichenkohle nur 0,256 seyn soll, während er das der Fichtenkohle zu 0,277 und der Tannenkohle zu 0,218 setzt. Kirwan bestimmt das specifische Gewicht der Eichenkohle zu 0,532, der Kohle aus Fagus sylvatica (Rothbuche) zu 0,542, der Kohle aus Pappelholz zu 0,280 und der Kohle aus Pinus picea (Rothtanne) zu 0,441. Hr. Hassenfratz giebt folgende specifischen Gewichte für die verschiedenen Holzkohlenarten an:

aus	Erlenholz . . .	0,134
—	Birkenholz . . .	0,203
—	Weißbuchenholz .	0,183
—	Eichenholz . . .	0,155
—	Rothbuchenholz .	0,187
—	Rothtannenholz .	0,176
—	Lindenholz . . .	0,106

aus Elsbeerholz *) . 0,196
— Ahornholz 0,164
— Eschenholz . . . 0,200
— Ulmenholz 0,180
— Birnbaumholz . 0,252

Diese specifischen Gewichte mit 66 multiplicirt, würden das Gewicht eines rheinländischen Kubikfußes Holzkohlen aus den verschiedenen Holzarten, in preußischen Pfunden ausgedrückt, geben müssen; allein die auf diese Weise gefundenen Gewichte eines Kubikfußes Holzkohle von den verschiedenen Kohlenarten sind in der Regel etwas zu klein, so wie die nach der Angabe von Kirwan berechneten, viel zu groß ausfallen. — Hr. Griffith bestimmte das specifische Gewicht der Kohlen aus einigen schweren Holzarten, theils mit Poren, theils ohne Poren. Das specifische Gewicht der Kohlen mit Zwischenräumen ward auf die Weise ausgemittelt, daß die Kohle mit einem Firniß überzogen ward, um das Eindringen des Wassers abzuhalten. Auf diese Weise ergaben sich die specifischen Gewichte der Kohlen mit und ohne Poren aus folgenden Holzarten:

Holzart	Kohle mit Poren	Kohle ohne Poren
Guajakholz	0,94	1,84
Kokosholz	0,86	1,36
Ebenholz	0,93	1,40
Brasilienholz	0,60	0,84
Atlasholz	0,55	1,26
Tulpenholz	0,76	1,17
Königsholz	0,70	1,04
Paraportholz	0,57	1,12

*) Crataegus torminalis (Große Mehlbeere).

Aus allen diesen Angaben geht hervor, daß das specifische Gewicht der verschiedenen Kohlenarten noch gar nicht mit Zuverläßigkeit bestimmt worden ist, und daß selbst genaue Bestimmungen, wenn sie vorhanden wären, für die praktische Anwendung kaum einigen Werth haben, weil sich daraus das absolute Gewicht eines bestimmten Kohlenvolumens nicht berechnen läßt, theils wegen der Zwischenräume, die nach den größern oder kleinern Stücken verschieden sind, theils wegen der Porosität der Kohlen selbst, indem sie dadurch nicht bloß zu hygroskopischen Körpern werden, sondern auch mehr oder weniger Luft und Gasarten absorbiren. Es ist daher unmöglich, aus dem bekannten Effekt von einem gewissen Volumen Kohle, den Effekt dem Gewicht nach zu berechnen. Will man also Vergleichungen über den Effekt der schwereren und leichteren Kohlenarten, dem Gewicht nach anstellen; so bleibt nichts übrig, als das Gewicht der Kohlen unmittelbar zu bestimmen, wodurch man wenigstens den Einfluß der Zwischenräume und der Poren auf die mittelbare Gewichtsbestimmung entgeht; obgleich auch gleiche absolute Gewichte der Kohlenmenge, nicht gleiche Quantitäten von wirklicher Kohle angeben, weil nicht alle Kohlenarten ein gleiches Vermögen besitzen, die Feuchtigkeit aus der Atmosphäre aufzunehmen.

Eine frisch bereitete Kohle zieht in sehr kurzer Zeit eine bedeutende Menge Feuchtigkeit aus der Atmosphäre an, und vermehrt dadurch ihr Gewicht bis zu 10 und 20 Prozent. Für eine und dieselbe Kohlenart wird sich der Wassergehalt ganz nach dem Feuchtigkeitszustande der Atmosphäre richten; sie wird der trockneren Atmosphäre Wasser abgeben, und aus der feuchteren Atmosphäre wieder Feuchtigkeit anziehen. Wird die Kohle aber dem Regen und Schnee lange Zeit ausgesetzt und ist sie dabei in großen Haufen aufgestellt, in welche die Nässe einzieht, ohne wieder verdampfen zu können; so kann die Gewichtsvermehrung das Drei- bis Fünffache des ganzen

Gewichts der Kohle betragen, so daß sie ohne alle Wirksamkeit verbrennt, indem die sich entwickelnde Hitze nur so eben hinreicht, um das angezogene Wasser zu verdampfen. Die Quantität der Feuchtigkeit, welche die Kohle aus der Atmosphäre anzieht, scheint für die verschiedenen Kohlenarten sehr verschieden zu seyn. Hr. Nau hat (Hermbstädt's Archiv III. 167) die Gewichtszunahme der frischen Kohlen aus vielen Holzarten an der Atmosphäre binnen 24 Stunden untersucht. Die folgende Tabelle ist ein Auszug aus den erhaltenen Resultaten. Die erste Spalte enthält den Namen der Holzart, aus welcher die Kohle bereitet ist; die zweite Spalte giebt das absolute Gewicht der zum Versuch angewendeten frischen Kohle an; die dritte Spalte zeigt die Gewichtszunahme der Kohle binnen 24 Stunden, und die vierte Spalte die Gewichtszunahme in der angegebenen Zeit nach Prozenten des Gewichtes der Kohle.

1.	2.	3.	4.
Acer campestre	1145	1209	5,5
— pseudo-platanus . . .	1030	1080	4,8
— platanoides	606	630	3,79
Aesculus hippocastanum . .	775	822	6,06
Betula alba	905	945	4,4
— alnus	630	680	7,93
Carpinus Betulus	1160	1170	0,8
Crataegus oxyacantha . . .	1260	1299	3,
Corylus avellana	950	1000	5,26
Cornus mascula	1310	1330	1,6
Evonymus europaeus . . .	871	960	10,2
Fagus castanea	1770	1800	1,7
— sylvatica	1300	1370	5,3
Fraxinus excelsior	1230	1280	4,06
Gleditschia triacanthos . . .	490	540	10,2
Hedera helix	710	726	2,2

1.	2.	3.	4.
Juglans regia	1100	1110	0,9
Juniperus communis . . .	1350	1375	1,8
Ligustrum vulgare	600	650	8,3
Morus alba	790	845	7
Prunus avium	1000	1080	8
Populus italica	470	510	8,5
— nigra	490	570	16,3
Platanus orientalis	593	690	16,3
Pinus picea	428	450	5,14
— sylvestris	730	790	8,2
— abies	661	720	8,9
— larix	1210	1265	4,5
— strobus	1027	1080	5,16
Quercus robur	1400	1460	4,28
Rhamnus frangula	560	580	3,57
Robinia pseudo-acacia . . .	890	963	8,2
Spiraea opulifolium	1110	1157	4,2
Syringa vulgaris	604	667	10,4
Salix alba	665	720	8,2
Sambucus nigra	920	980	6,5
Taxus baccata	780	860	10,2
Ulmus campestris	1350	1440	6,6
Viburnum opulus	423	450	6,38

Wenn angenommen werden kann, daß diese Gewichtszunahmen bei einem und demselben Feuchtigkeitszustande der Atmosphäre ausgemittelt worden sind; so ergiebt sich daraus die große Verschiedenheit in dem Vermögen der verschiedenen Kohlenarten, die Feuchtigkeit anzuziehen und in den Poren zu verdichten. — Mit allen porösen Körpern theilt die Kohle aber auch die Eigenschaft, eine große Quantität Luft in sich aufzunehmen. Es scheint, daß die Größe der Poren auf die Quantität Gas, welche die Kohle absorbirt, von Einfluß ist. Sehr große und sehr kleine Poren erschweren die Absorbtion.

Die Kohle des Korkes absorbirt keine Luft, weil sie zu große Poren hat. Außerdem richtet sich aber die Menge des absorbirten Gases nicht bloß nach der Beschaffenheit oder nach der Art der Kohle, sondern auch nach der Beschaffenheit der Gasart, nach dem Druck und nach der Temperatur der Luft, so wie nach dem Feuchtigkeitszustande der Kohle. Die Absorbtion nimmt mit dem Druck zu, und bei vermindertem Luftdruck entläßt die Kohle wieder einen Theil des aufgenommenen Gases. In der Wassersiedhitze findet keine Absorbtion mehr statt, vielmehr wird in dieser Temperatur die Luft schon ausgetrieben. Wenn man eine mit einer Gasart gesättigte Kohle, mit einer anderen Gasart in Berührung bringt, so wird von der schon absorbirten Gasart eine Quantität ausgetrieben, und dagegen von der anderen Gasart eine verhältnißmäßige Menge aufgenommen. Feuchte Kohlen absorbiren weniger Gas, und durch starkes Anfeuchten wird ein großer Theil des absorbirten Gases ausgestoßen. v. Saussure hat gefunden, daß die Gegenwart des einen Gases sehr oft die Absorbtion des anderen befördert. Wird z. B. eine mit Stickgas oder mit kohlensaurem Gas gesättigte Kohle in Sauerstoffgas gebracht, so wird weniger von den ersteren Gasarten ausgestoßen und mehr Sauerstoffgas aufgenommen, als es der Fall seyn müßte, wenn man annimmt, daß sich ein Theil der Kohle mit der einen, und ein anderer Theil mit der anderen Gasart sättigt. Sehr merkwürdig ist das, nicht bloß von Saussure, sondern auch von Fontana, Rouppe, Parrot und Grindel und von Noorden beobachtete Verhalten der Kohle zur atmosphärischen Luft, indem sie aus der Atmosphäre verhältnißmäßig viel mehr Sauerstoffgas als Stickstoff absorbirt, so daß bei einem gewissen Verhältniß der Kohle zur Luft fast ganz reines Stickgas zurückbleibt. v. Saussure hat seine Versuche über die Menge der Gasarten, welche die Kohle absorbirt, mit Kohle aus Buchsbaumholz angestellt, die er nach starkem Glühen unter Quecksilber ablöschte. Sie

absorbirte bei + 12° Cels. und 0,724 Meter Luftdruck, von den folgenden Gasarten so viel mal ihr eigenes Volumen, als die nebenstehenden Zahlen angeben, nämlich:

Ammoniakgas	90
Salzsaures Gas	85
Schwefligtsaures Gas	65
Schwefelwasserstoffgas	55
Gasförmiges Stickstoffoxydul . . .	40
Kohlensaures Gas	35
Kohlenwasserstoffgas im Maximum	35
Kohlenoxydgas	9,42
Sauerstoffgas	9,25
Stickgas	7,5
Wasserstoffgas	1,75

Nach 24 bis 36 Stunden hört alle Absorbtion auf, mit Ausnahme beim Sauerstoffgas, welches fortwährend, aber in abnehmenden Verhältnissen absorbirt wird, so daß die Kohle während der Dauer eines ganzen Jahres nur das 14fache ihres Volumens an Sauerstoffgas aufnimmt. Feuchte Kohle absorbirt von allen Gasarten nur etwa die Hälfte der Quantität, welche die lufttrockne Kohle aufnimmt.

Die Erfahrung lehrt, daß eine frisch bereitete Kohle leichter verbrennt, aber nicht so wirksam ist, als eine Kohle die einige Wochen gehörig bedeckt an der Luft gelegen hat. Die Ursache dieses Erfolges ist unbekannt. Die frisch bereitete Kohle ist in ihren Poren ohne Zweifel mit kohlensaurem Gas, Kohlenoxydgas, Kohlenwasserstoffgas erfüllt, weil sie sich in einer Atmosphäre von diesen Gasarten befunden hat. Durch längeres Liegen an der Luft werden jene Gasarten mehr oder weniger vollständig durch die atmospärische Luft ausgetrieben, welche ihre Stelle dagegen einnimmt. Darin allein scheint indeß der Grund der größeren Wirksamkeit der Kohle, die der Atmosphäre einige Zeit ausgesetzt gewesen ist, nicht gesucht werden zu können. Hr. Hassenfratz erwähnt eines ent-

scheidenden Versuches, welcher im December 1809 in einem Hohofen auf der Eisenhütte zu Beauchamp, bei einerlei Erze und bei einerlei Beschickung, aber mit ganz frisch bereiteten und mit solchen Kohlen, welche schon zwei Jahre lang unter guter Bedachung gelegen hatten, angestellt worden ist. Die frischen Kohlen trugen weniger Erz und gaben, bei einerlei Erzsatz, kein so hitziges Roheisen als die abgelegenen Kohlen.

Wie sich die Kohlen aus den verschiedenen Holzarten in ihrer Wirksamkeit gegen einander verhalten, ist nicht bekannt. Im Allgemeinen leistet zwar die Kohle aus hartem Holz einen größeren Effekt, und deshalb ist diejenige Kohle, welche das größte specifische Gewicht besitzt, bei gleichem Volum, auch die wirksamere. Aber bei gleichen absoluten Gewichten scheint die leichtere Kohle einen größeren Effekt hervorzubringen als die specifisch schwerere. Die Kohlen verhalten sich also eben so wie das harte und das weiche Holz, von welchem die Ursache des verschiedenen Effektes bei gleichen absoluten Gewichten ebenfalls nicht bekannt ist.

Die Anschaffung des Holzes und die Verkohlung desselben, sind zwei sehr wichtige Gegenstände der Hüttenökonomie. Die beste Jahreszeit zum Einschlagen des Holzes ist diejenige, in welcher der vorjährige Saft schon zu Holz geworden und der neue noch flüssig ist und sich noch nicht verdickt hat. In moorigen und bruchigen Gegenden müssen ohne Wahl die Wintermonate zum Einschlagen genommen werden. Sonst wählt man beim Laubholz die ersten Frühlingsmonate, März und April, wenn der Saft anfängt in das Holz zu schießen und Laub zu treiben. Bei den Erlen und Birken bewirkt man durch die Wahl dieser Jahreszeit, daß die junge Pflanze wieder aus der Wurzel aufschlagen kann; bei den Eichen wählt man sie, um die im Frühling sich leichter lösende Rinde für die Gerbereien zu gewinnen. Beim Nadelholz wählt man die Wintermonate, ehe der Saft in die Bäume tritt, um das

Stocken des Holzes zu vermeiden, weil das im Sommer eingeschlagene Holz schwerer austrocknet, obgleich die Kohlen aus diesem Holz fester als die aus dem Winterholze ausfallen. Die in den Herbstmonaten eingeschlagenen Hölzer sind, wegen der verdickten Säfte, dem Stocken sehr leicht ausgesetzt, weshalb der Einschlag dann nicht füglich statt finden kann. Die klimatische Beschaffenheit, die Witterung des Jahres, die Beschaffenheit des Bodens und des Holzes, vorzüglich die Lage des Forstes, können den Einschlag in den Sommermonaten oft rathsamer machen, als in den Wintermonaten; allein es ist eine allgemeine Regel, daß das Holz um so länger austrocknen muß, je später im Jahr es geschlagen ist. Frisch geschlagenes Holz erfordert, wegen des großen Feuchtigkeitsgehaltes, sehr große Vorsicht beim Verkohlen; allein das zu sehr ausgetrocknete Holz giebt immer leichtere und weniger Kohlen, als das frische Holz, wenigstens dann, wenn in beiden Fällen die Verkohlung gleich schnell bewerkstelligt wird. — Man giebt allen Scheiten oder Kloben eine ganz gleiche Länge. Je länger die Scheite gemacht werden (in so fern sie nur ein gewisses, für die verschiedenen Verkohlungsarten auch etwas verschiedenes Maaß nicht überschreiten, weil sie sich sonst nicht gut transportiren und aufstellen lassen,) desto vortheilhafter ist es; theils weil das Holz, bei einerlei kubischem Inhalt der Haufen, weniger Zwischenräume erhält, theils weil an Löhnen beim Einschlagen erspart wird. Starke Stämme spaltet man viermal; schwächere nur zweimal. Jede Klobe, die wenigstens 6 Zoll im Durchmesser hat, wird gewöhnlich schon gespalten; schwächere Kloben bleiben ungespalten. Wo die örtlichen Verhältnisse es gestatten, da wird das Holz sogleich im Walde verkohlt. Sehr entlegene Einschlagpunkte, zerstreute Klaftern, steiles oder felsiges Terrain, und bequeme Gelegenheit, das eingeschlagene Holz durch Waldströme oder Floßbäche auf Einem Punkt zu koncentriren, machen es oft rathsam, das Holz

durch so genannte Rutschen (künstliche Leitungen) und durch Flößen zusammenzubringen und auf Einer Stelle zu verkohlen. Wenn sich aber das Verkohlen im Walde ausführen läßt, so ist es, der geringeren Kostbarkeit wegen, vorzuziehen. Wird alles Holz auf Einem Punkt zusammengebracht und verkohlt, so kann der Köhler zwar mehr Aufmerksamkeit auf die Arbeit verwenden; allein das dadurch zu bewirkende Mehrausbringen an Kohlen und die Vermeidung der Zerkleinerung derselben bei dem weiten Transport, ersetzen schwerlich die bedeutenden Kosten, welche das Zusammenrücken des Holzes veranlaßt.

Die Verkohlung des Holzes geschieht entweder in Oefen, nämlich in festen und unbeweglichen, gemauerten oder eisernen Wänden, welche das zu verkohlende Holz umschließen; oder in Haufen und Meilern, bei welchen das Holz eine bewegliche Decke von Erde, oder auch von Kohlenlösche erhält, die bei der jedesmaligen Verkohlung eines aufgeschichteten Holzhaufens aufgetragen und nach beendigter Verkohlung wieder abgenommen wird. Die Verkohlung erfolgt dann durch den Zutritt der atmosphärischen Luft zu dem zu verkohlenden Holze. Es könnte daher scheinen, daß bei einem solchen Verfahren weniger Kohle aus dem Holze erhalten wird, als wenn die Verkohlung in ganz geschlossenen Oefen, durch Erhitzung der Umfassungswände von außen, oder überhaupt durch äußere, und nicht durch die beim Verkohlen selbst sich entwickelnden Hitze bewirkt wird. Es ist indeß schon bemerkt worden, daß die Erfahrung diese Vermuthung nicht bestätigt Nur bei einer sehr schnellen Verkohlung und wenn die atmosphärische Luft stark hinzuströmt, würde in den Meilern ein Verlust an Kohle durch das Verbrennen zu befürchten seyn. Vor denjenigen Verkohlungsöfen, in welchen die Verkohlung ebenfalls durch den Zutritt der Luft bewirkt wird, hat die Verkohlung unter beweglichen Decken entschiedene Vorzüge,

weil die hohlen Räume, welche durch das Schwinden des Holzes beim Verkohlen entstehen, durch die bewegliche Decke des Haufens oder des Meilers weniger nachtheilig werden. Ein größeres Kohlenausbringen als in einem vorsichtig behandelten Meiler, ist daher bei der Verkohlung in Oefen, ohne äußere Erhitzung, nicht zu erwarten, und der durch den Gewinn an Säure und Ther zu bewirkende Vortheil, kann selten die größeren Verkohlungskosten aufwiegen. Bei großen Hüttenanlagen ist die Verkohlung in Oefen kaum ausführbar und würde bedeutende Anlagekosten für die Oefen erfordern; ganz unmöglich wird sie in Gegenden, wo die Verkohlung im Walde statt findet. Außerdem lassen sich auch bei der Verkohlung im Haufen und Meilern Vorrichtungen treffen, um einen Theil des Thers und der Säure aufzufangen, obgleich zu deren vortheilhaften Benutzung selten eine Gelegenheit vorhanden ist. Hat man aber die Absicht, den Holzessig, und gelegentlich auch den Ther, fabrikenmäßig zu benutzen; so muß die Verkohlung freilich in Oefen geschehen, weil sich die Dämpfe vollkommner verdichten lassen; allein man kann die Gewinnung dieser Nebenprodukte nicht als einen Vorzug der Verkohlung in Oefen ansehen, wenn es darauf ankommt, die Verkohlung mit den mindesten Kosten und mit dem geringsten Holzverbrauch zu bewerkstelligen, oder wenn nicht jene Nebenprodukte, sondern die Gewinnung der Kohle, der eigentliche Zweck der Verkohlung ist. Bei der Verkohlung in Oefen durch Anwendung von äußerer Hitze, werden die Kosten für die Oefen, die theureren Verkohlungskosten und der Aufwand an Brennmaterial zur Erhitzung der Oefen, zu wenig von Denen berücksichtigt, welche diese Verkohlungsart anpreisen und die Verkohlung in Meilern verwerfen. Alle Versuche die man bis jetzt gemacht hat, die Verkohlung im Großen in Oefen einzuführen, sind daher ohne Erfolg geblieben, vorzüglich weil

sich die Versicherung des größern Kohlenausbringens bei der Ofenverkohlung als unrichtig erwiesen hat.

Bei der Verkohlung des Holzes in Oefen hat man vier Fälle zu unterscheiden. Es wird nämlich das Holz entweder durch den Zutritt der atmosphärischen Luft (eben so wie bei der Behandlung in Haufen und Meilern) zum Verkohlen gebracht; oder die Verkohlung wird durch äußere Erhitzung der Ofenwände, ohne allen Luftzutritt bewirkt; oder das zu verkohlende Holz wird durch glühende Röhren im Ofen selbst, ebenfalls bei gänzlich abgehaltenen Luftzutritt, erhitzt; oder man wendet die zersetzte und glühende atmosphärische Luft, welche in den Ofen geleitet wird, zum Verkohlen an. — Bei der Verkohlung des Holzes unter beweglichen Decken unterscheidet man die Meilerverkohlung und die Haufenverkohlung. Beide Methoden weichen darin von einander ab, daß bei der Haufenverkohlung nur ein Theil des Holzes zur Verkohlung gebracht und die fertige Kohle nach und nach ausgezogen wird, wogegen bei der Meilerverkohlung nicht früher, als bis alles unter der beweglichen Decke befindliche Holz verkohlt ist, zum Ausziehen der fertigen Kohle geschritten wird. Weil das zu verkohlende Holz bei der Haufenverkohlung gewöhnlich eine liegende Stellung erhält, so hat man diese Verkohlungsart auch die Verkohlung in liegenden Meilern genannt. Das ist aber eine nicht richtige Benennung, weil die Meilerverkohlung ebenfalls in liegenden und in stehenden Meilern, d. h. bei einer horizontalen oder aufrechten Lage der zu verkohlenden Holzscheite geschehen kann.

Von der Verkohlung unter beweglichen Decken.

Die beste Jahreszeit zum Verkohlen des Holzes unter beweglichen Decken, ist der Sommer; theils weil es dann nicht an den unentbehrlichsten Bedürfnissen des Köhlers, an Rasen, Moos, Laub und Wasser fehlt; theils weil man der

stürmischen und nassen Witterung weniger ausgesetzt ist; theils weil die längeren Tage eine bessere Aufsicht auf den Gang der Arbeit möglich machen. Zu früh im Jahre darf die Köhlerei nicht beginnen, weil die Erde von der Winterfeuchtigkeit noch nicht ausgetrocknet, auch das Holz selbst noch zu naß ist. Schnee und Stürme sind dem Verkohlungsprozeß sehr hinderlich; der erstere kühlt die Decke zu sehr ab und verhindert die vollständige Verkohlung der äußersten Holzreihen. Stürmische Witterung giebt leicht zum Verbrennen des Holzes unter der Decke Veranlassung, weil der Zutritt der Luft nicht gehörig gemäßigt werden kann.

Die Verkohlung in Meilern.

Bei der Verkohlung in Meilern ist es vorzüglich nothwendig, daß das zu verkohlende Holz eine bestimmte Länge erhält. Die Scheite werden entweder horizontal auf- und nebeneinander hingelegt oder sie werden fast senkrecht, mit einer Neigung gegen den Horizont nebeneinander, in einer oder in mehreren Schichten aufgestellt, und bilden Haufen, welche in beiden Fällen die Gestalt eines abgerundeten Kegels erhalten. Das erste Verfahren ist das Verkohlen in liegenden, das letzte das Verkohlen in stehenden Meilern. Beide Verfahrungsarten sind in Hinsicht der Behandlung des Meilers während der Arbeit, vollkommen übereinstimmend, und sie weichen nur in der Art des Aufstellens der Holzscheite von einander ab.

In solchen Gegenden, wo das Holz durch Rutschen und Flößen auf einem Punkt zusammengebracht wird, wählt man einen ganz horizontalen, trocken liegenden und gegen Stürme und Ueberschwemmungen gesicherten Platz zum Verkohlen aus. Weil man in diesem Fall dieselben Meilerstätten immer wieder benutzt, so kann man auf deren Zubereitung die größte Sorgfalt verwenden. Man kann solche Stätten (Grundflächen, über denen der Meiler errichtet wird) aus einer guten

Ziegelmauer bestehen lassen, welche man von allen Seiten des Umfanges eine geringe Neigung gegen den Mittelpunkt giebt, wodurch man ohne alle Unkosten Gelegenheit erhält, einen Theil der sich bildenden Holzsäure und des Thers aufzufangen, indem sich diese Flüssigkeiten in dem etwas tiefer liegenden Mittelpunkt der Stätte ansammeln, und von dort, durch einen unter der Meilerstätte angebrachten ausgemauerten engen Canal, in einen Behälter fließen, aus welchem sie von Zeit zu Zeit ausgeschöpft werden können, wobei indeß aller Luftzutritt von unten verhütet, folglich der Behälter luftdicht zugedeckt seyn muß. Die Zeichnungen Fig. 296 und 297. zeigen eine solche Einrichtung der Meilerstätte im Grundriß und im senkrechten Durchschnitt, wo a die gemauerte Meilerstätte, b den Canal zum Abfließen der Holzsäure und des Thers in dem Behälter c bedeuten. Es ist, wegen des ersten Anzündens des Meilers, sehr rathsam, die Oeffnung welche den unterirdischen Canal b mit der Meilerstätte c verbindet, mit einer eisernen Platte d zu bedecken, welche diese Oeffnung zwar zudeckt, aber nicht verschließt, sondern das Abfließen der verdichteten Dämpfe in den Canal zuläßt. Das Reservoir c muß dagegen vermittelst einer eisernen Platte g, welche noch mit Erde überschüttet wird, ganz dicht verschlossen seyn. Nach beendigter Verkohlung wird die Platte g aufgehoben, das Reservoir c ausgeschöpft und dann wieder verschlossen.

Wenn die Verkohlung im Walde geschieht, so ist selten Gelegenheit vorhanden, die schon einmal gebrauchte Meilerstätte öfter zu benutzen, wenn das Holz nicht etwa sehr dicht steht, oder aus anderen Gründen absichtlich zusammengerückt wird, oder wenn das gebirgige und felsige Terrain die Auswahl der Meilerstätte so schwierig macht, daß man sich genöthigt sieht, eine oft mit vielen Kosten zubereitete Meilerstätte immer wieder zu benutzen, ohne die großen Unkosten beim Zusammenrücken des Holzes zur Verkohlungsstätte berücksichtigen

zu können. So ist man in manchen Fällen genöthigt, Felsenstücke zu sprengen, oder Pfahlwerke aufzurichten und diese mit Holzwerk zu belegen, welches einen Fuß hoch mit Erde bedeckt wird, um sich eine Meilerstätte zu verschaffen. — Die möglichst größte Nähe des zu verkohlenden Holzes ist bei der Waldköhlerei immer die erste Rücksicht, welche man bei der Auswahl der Kohlenstätte zu nehmen hat. Kann es irgend seyn, so muß sich Wasser in der Nähe befinden, oder durch Ausgraben nicht zu tiefer Löcher bald zu erhalten seyn. Die Stätte darf, wenn es irgend zuläßig ist, nicht hoch und nicht frei, oder den Stürmen zu sehr ausgesetzt liegen, auch gegen alle Ueberschwemmungen durch eine nicht zu tiefe Lage gesichert seyn. Hat man einen solchen Punkt gefunden, so wird die Stätte zubereitet, indem der Punkt von dem natürlichen Rasen entblößt und ganz horizontal geebnet wird. Man pflegt der kreisrunden Fläche, welche die Meilerstätte bildet, von allen Seiten wohl ein geringes gleichförmiges Ansteigen bis zum Mittelpunkt zu geben, wenn man stehende Meiler errichtet, weil sich der Meiler dann besser aufbauen läßt. Ein sehr sandiger und lockerer Boden ist nicht zu empfehlen, weil er den Luftzug von unten zu sehr befördert und das regelmäßige Zutreten der Luft erschwert. Aber ein sehr feuchter, oder sogar ein nasser Grund, ist noch ungleich nachtheiliger. Gestattet das bruchige Terrain keine Auswahl, so muß man einen künstlichen Rost vorrichten, den man als Meilerstätte benutzt, indem man Reisig oder dünne Aeste auf der Stätte ausbreitet und mit Erde bedeckt. Ein sehr sumpfiger Boden erfordert zuweilen sogar eine völlige Ausbohlung durch neben einander gelegte dicke Stämme, die demnächst mit Erde oder mit Kohlenlösche beschüttet werden. Bei feuchtem Boden sollte niemals ohne Rost verkohlt werden, wenn auch oft das Beschütten desselben mit Erde oder Lösche nicht nöthig ist. Das Bedecken der Kohlenstätte mit flachen Schindeln, die immer wie-

der gebraucht werden können, ist vorzüglich zu empfehlen, indem der ungünstige Erfolg der Köhlerei in vielen Fällen bloß von der nicht mit gehöriger Aufmerksamkeit zubereiteten Kohlenstätte herrührt. Gebrauchte Meilerstätten, die einen ganzen Winter hindurch unter einer Schneedecke gelegen und daher viel Feuchtigkeit angezogen haben, sind besonders zu vermeiden, oder vor dem Gebrauch durch abzubrennendes Moos, Laub u. s. f. zu trocknen. Wo man einen künstlichen hölzernen und mit Lösche bedeckten Rost zur Meilerstätte anwendet, ist jene Vorsicht weniger nothwendig, weil sich die Feuchtigkeiten dann leicht einen Durchgang suchen.

Nach erfolgter Zubereitung der Meilerstätte, wird zum Aufstellen des Holzes, oder zum Richten des Meilers geschritten. Man errichtet zu dem Ende im Mittelpunkt der Stätte, welche der *Quandel* genannt wird, eine starke Stange (Quandelpfahl) und stellt die Holzscheite um diesen Pfahl in concentrischen Reihen auf, so daß der Quandel immer der Mittelpunkt der durch die Holzscheite zu beschreibenden concentrischen Kreise bleibt. Wie groß der Halbmesser des großen Kreises seyn soll, oder wie viel kreisförmige Reihen von Scheiten man hinter einander folgen läßt, hängt von der Größe ab, die man dem Meiler geben will, so wie auch von der Länge der Scheite und von der Anzahl von Schichten, welche über einander gestellt werden. Es giebt Meiler von 6 bis 60 Fuß im Durchmesser. An einigen Orten zieht man die kleinern Meiler den größeren vor; an anderen Orten will man aus den größeren Meilern ein besseres Kohlenausbringen als aus den kleineren erhalten haben. Weil die kleinen Meiler keine bedeutend geringere Sorgfalt und Pflege erfordern als die größern, und weil sich die Verkohlung in den größern Meilern, wegen der sich entwickelnden größeren Hitze, — die dem Meiler außerdem bei der *verhältnißmäßig* geringeren Oberfläche, weniger entzogen wird, — durch ein ungleich gerin-

res Zuströmen von atmosphärischer Luft bewirken läßt; so verdienen die größeren Meiler unläugbar vor den kleineren den Vorzug. Nur die ganz kleinen Meiler läßt man aus einer einzelnen Schicht von Holzscheiten bestehen; bei größeren Meilern stellt man zwei Schichtenreihen von Holzscheiten über einander, und bei sehr großen Meilern wendet man drei Schichten an, welche über einander gestellt werden, damit die durch die letzte Schicht gebildete obere Fläche des Meilers keine zu flache Ebene bildet. Diese obere Fläche muß immer durch Auftragen von mehr oder weniger horizontal liegenden Holzscheiten abgerundet werden. Man nennt den dadurch entstehenden Aufsatz über den eigentlichen concentrischen Holzschichten, die Haube des Meilers. Je steiler der Meiler gesetzt werden kann, desto besser geht die Verkohlung von statten, weil die äußersten Holzscheite, welche der Decke des Meilers zur Unterlage dienen, von dieser weniger abgekühlt werden, als bei einer flachen Stellung der Scheite.

Bei dem Richten des Meilers muß gleich auf das künftige Anzünden desselben Rücksicht genommen werden. Das Anzünden geschieht aber immer unten beim Quandel, weshalb man dort sehr harziges und trocknes, fein gespaltenes und überhaupt leicht feuerfangendes Holz hinbringen muß. Die Art des Anzündens ist jedoch verschieden, indem es entweder von unten, oder von oben statt findet. Das Anzünden von oben geschieht durch einen kleinen Schacht, den man gewöhnlich aus drei im gleichseitigen Dreieck aufgestellten Stäben (Quandelstäben) bildet, welche dann den Quandelpfahl entbehrlich machen, indem sie dessen Stelle vertreten. Die 3 Quandelstäbe werden entweder durch Spreitzen auseinander gehalten, damit der kleine Schacht nicht durch die Holzscheite zusammengedrückt wird; oder man bringt einen Holzblock in den Schacht, den man nachher herauszieht. Bei dem Anstecken von unten hat der Quandelpfahl die Bestimmung, als

die Axe des aufzustellenden Meilers zu dienen, um welche die Holzscheite concentrisch aufgerichtet werden; er bleibt nach dem erfolgten Richten des Meilers stehen und man spart auf der einen Seite an der Grundfläche des Meilers, einen Kanal aus, welcher von der Peripherie zum Quandel führt und welcher die Zündgasse genannt wird. Es ist ziemlich gleichgültig, ob man den Meiler von unten oder von oben anzündet, indem sich das Feuer in beiden Fällen unten vom Quandel aus, verbreiten muß. — Eine andere Art des Anzündens hat Hr. Brune, wie er behauptet, mit einem vorzüglich günstigen Erfolge angewendet und (Ann. des Arts V. 249) beschrieben. Dies Verfahren besteht darin, daß man die Meilerstätte aus starkem Eisenblech oder auch aus gegossenen eisernen Platten bestehen läßt, welche durch eine einfache Vorrichtung von unten bis zum Glühen erhitzt werden und das Anzünden des Holzes bewirken. Wendet man Eisenblech, und nicht gegossene eiserne Platten an, so muß man das Blech durch starke eiserne Stäbe unterstützen, damit es nicht gebogen wird. Die eiserne Scheibe, welche als die Sohle des Meilers anzusehen ist, liegt auf einer ringförmigen Mauer, welche einen Schacht von etwa 12 Zoll Tiefe unter dem Meiler bildet. Nachdem der Meiler bis zum Anzünden fertig ist, bringt man durch eine Oeffnung welche sich an der einen Seite in der Mauer befindet, Holzabfälle, dürre Reiser, oder irgend ein anderes Brennmaterial in den Schacht, zündet es an und fährt mit dem Verbrennen so lange fort, bis die eiserne Platte glühend geworden ist und das Holz im Meiler in Brand gesteckt hat. Der Luftzug wird durch drei Canäle befördert, welche durch die ringförmige Mauer geführt sind und an den Seiten des Meilers ausmünden. Man öffnet diese Mündungen mehr oder weniger, je nachdem man den Luftzug befördern oder schwächen will. Hat das Holz im Meiler Feuer gefangen, so verschließt man alle Canäle und öffnet sie erst wieder bei der nächst folgenden Ver=

kohlung. Die Zeichnungen Fig. 298 und 299. zeigen diese Vorrichtung im Grundriß und im senkrechten Durchschnitt. a ist die eiserne Platte, über welcher der Meiler errichtet ist. Sie ruht auf der 12 Zoll hohen ringförmigen Mauer b, durch welche die Grube oder der Schacht c gebildet wird. d, d, d sind die Luftcanäle und e ist die Oeffnung, durch welche das Brennmaterial in den Schacht oder in die Grube gebracht wird, um die eiserne Unterlage in Glühhitze zu versetzen. — Versuche die man in der Mark Brandenburg (zu Kutzdorf) angestellt hat, haben ergeben, daß es gar nicht nöthig sey, der eisernen Grundfläche eben die Größe zuzutheilen, wie der Stätte des Meilers, sondern daß man das Holz noch über die Platte hinaus auf den festen Boden stellen konnte, ohne daß das Anzünden des Meilers dadurch erschwert worden wäre. Man hat indeß bei diesem Verfahren kein anderes Resultat erhalten, als dasjenige, welches auch bei dem dort üblichen Anzünden des Meilers von oben erlangt wird. Dennoch mögte diese Methode dort Anwendung verdienen, wo das zu verkohlende Holz auf einem Punkt zusammengebracht wird, so daß man dieselbe Meilerstätte immer wieder benutzen kann, welches bei der Waldköhlerei selten der Fall ist.

Je dichter das Holz im Meiler gesetzt wird und je weniger Zwischenräume übrig bleiben, desto vollkommner wird die Verkohlung erfolgen. Dieser, theoretisch leicht zu erklärende, und durch die Erfahrung allgemein bestätigte Umstand, hat zu dem Vorschlage Veranlassung gegeben, die zwischen den Holzscheiten unvermeidlich bleibenden Zwischenräume mit Kohlenstaub auszufüllen. Hr. M. Bull in Nordamerika will dadurch das Kohlenausbringen sehr vermehrt und ungleich festere Kohlen erhalten haben. Versuche, die im Sächsischen Erzgebirge angestellt worden sind (Erdmann's Journ. II. 1. IV. 49. VII. 47) scheinen die Angaben des Hrn. Bull zu bestätigen. An anderen Orten hat man kaum so günstige

Resultate als bei den nicht mit Kohlenlösche ausgefütterten Meilern erhalten. In jedem Fall wird die Lösche weder zur Beschleunigung noch zur vollkommnern Verkohlung des Holzes etwas beitragen können, weil sich das Holz ungleich leichter entzündet als die zerkleinerte Kohle. Die Ausfüllung der Zwischenräume mit Kohlenklein kann daher nur von mittelbarer Wirkung seyn, und ein zu starkes Zuströmen der atmosphärischen Luft weniger nachtheilig machen, weil sie den Zug der Luft erschwert und daher einen aus der nicht sorgsamen Behandlung des Meilers entspringenden Nachtheil vermindert, aber keinesweges unmittelbar vortheilhaft einwirkt.

Bei einem dreischichtigen Meiler werden die stärksten Kloben in die mittlere Schicht gebracht. Die Brände (unvollkommen verkohltes Holz) welche von der vorigen Verkohlung etwa übrig geblieben sind, werden zunächst um den Quandel gelegt, um anfänglich ein lebhaftes und schnell um sich greifendes Feuer zu bewirken und den Meiler auszuwärmen. Die dicken Enden der Scheite müssen bei der unteren Schicht nach oben, bei der zweiten Schicht nach unten gerichtet seyn, weil in dieser Gegend des Meilers die größte Hitze statt findet, auch der Luftzug von unten nach oben dadurch mehr geschwächt wird. Bei einem zweischichtigen Meiler nennt man den Wechsel der unteren und der oberen Holzschicht den Saum, oder auch die Brust. Die Kernseite der gespaltenen Kloben richtet man immer nach dem Quandel, um dadurch das möglichst dichte Setzen des Holzes, welches in dieser Stellung auch leichter vom Feuer ergriffen wird, zu bewirken. Deshalb müssen auch alle Scheite oder Kloben von gleicher Länge seyn, und die durch die unförmliche, gewundene und ästige Gestalt derselben entstehenden Höhlungen, müssen aufs sorgfältigste mit Astholz ausgefüllt werden. Je senkrechter man die Scheite aufstellen kann, desto weniger hohle Räume werden entstehen. Bei stehenden Meilern sind sie ohnedies weniger als bei lie-

genden Meilern zu vermeiden, weil das senkrechte Aufstellen der Scheite unmöglich, auch wegen der künftigen Bedeckung des Meilers unthunlich ist. Auch bei der Anfertigung der Haube muß auf ein möglichst dichtes Aneinanderlegen der Kloben Rücksicht genommen werden und die Enden der Scheite müssen so viel als möglich nach der Quandelstange gerichtet seyn.

Man kann voraussetzen, daß die steilsten stehenden Meiler auch zugleich am dichtesten gesetzt sind. Die künftige Decke des Meilers erfordert aber eine Neigung der Scheite gegen den Horizont, damit die Decke nicht auf der Oberfläche der Scheite hinabrollt. Die Neigung der Scheite wird aus diesem Grunde um so größer seyn müssen, je mehr die Decke zum Hinabrollen auf einer schiefen Ebene geneigt ist. Deshalb ist ein sehr sandiger Boden, dessen man sich aber häufig zu bedienen genöthigt ist, eine sehr schlechte Decke, weil man dabei nur flach gesetzte Meiler anwenden darf. Die steilsten, folglich die dichtesten Meiler, lassen sich beim Gebrauch der Kohlenlösche anwenden, weil diese am wenigsten auf der schiefen Ebene hinabrollt. Leider kann man davon aber bei sehr zerstreuten Meilerstätten im Walde, die in der Regel nur einmal gebraucht werden, nur selten Gebrauch machen. Wo aber das Holz auf Verkohlungsstätten zusammengebracht wird, sollte niemals eine andere Decke als Kohlenlösche in Anwendung kommen.

Wenn aber auch das Material zur Decke, das Aufrichten von möglichst steilen Meilern gestattet, so müssen die Scheite in den stehenden Meilern noch immer eine bedeutende Neigung gegen den Horizont erhalten, also viele Zwischenräume zwischen sich lassen. Bei den liegenden Meilern kann man diese Zwischenräume in einem weit höherem Grade vermeiden. Es giebt in der Hauptsache zwei Methoden, die liegenden Meiler aufzurichten. Nach der einen Methode werden die Holzscheite

in horizontaler Richtung und gleichsam strahlenartg, jedoch so, daß alle Zwischenräume mit dünneren und zum Theil kürzeren Scheiten ausgefüllt werden, rund um den Quandelpfahl in mehreren Reihen über einander gelegt, so daß die nächst obere Reihe immer einen etwas geringeren Durchmesser als die nächste untere erhält, wodurch der fertig gesetzte Meiler das Ansehen einer Halbkugel bekommt. Diese Methode macht es nothwendig, Scheite von sehr verschiedener Länge anzuwenden, weshalb sie nur in sehr seltenen Fällen ausführbar ist, indem man beim Einschlagen des Holzes, aus vielen Gründen, den Scheiten eine gleiche Länge zutheilt. — Die andere Methode, welche zugleich mit der vortheilhaftesten Construktion der Meiler verbunden ist, besteht darin, daß in der Mitte des zu errichtenden Meilers, ein aus einem steiler stehenden Meiler bestehender Kern aufgerichtet wird, um welchen Kern die horizontalen Holzschichten dergestalt gelegt werden, daß die Enden der Kloben nach der Quandelstange gerichtet sind. Bei dieser Aufstellung der Meiler lassen sich die hohlen Räume am mehrsten vermeiden, und die treppenartigen Absätze, welche durch das Hervorspringen der untern horizontalen Schichten vor den zunächst oberen, rings um die Außenfläche des Meilers gebildet werden (um dadurch eine Dossirung hervorzubringen, welche mit der Gestalt des Kerns korrespondirt, sobald die Scheite eine gleiche Länge haben) bieten der Decke, auch bei der größten Steilheit, einen Ruhepunkt dar und verhindern das Hinabrollen. Bei sehr langen Scheiten bedarf es nur einer einzigen horizontalen Reihe rings um den Kern; bei kürzeren Scheiten lassen sich zwei und mehr Reihen hinter einander legen, wenn man größere Meiler erhalten will. In der Zeichnung Fig. 300. ist ein liegender Meiler mit einem stehenden Kern vorgestellt. Die Scheite haben eine Länge von 4 Fuß und nur oben auf der Haube wird, — wie auch bei den stehenden Meilern, — eine Ausfüllung mit Scheiten, Knüppeln,

Holzenden u. s. f. vorgenommen, um die Haube abzurunden. Bei dieser Art die Meiler aufzurichten, ist es besonders nothwendig, die Meilerstätte mit Holzabgängen zu bedecken, oder einen so genannten Rost anzuwenden, damit die untersten Reihen von Holzscheiten sich vollständig verkohlen. In der Zeichnung sind zwei concentrische Reihen angenommen; man kann aber drei, vier u. s. f. anwenden und den Kern verhältnißmäßig erhöhen, wenn man größeren Meilern den Vorzug giebt.

Die Decke dient bei der Meiler- und bei der Haufenverkohlung, so wie die Umfassungswände bei den Verkohlungsöfen, zur Verhinderung des starken Luftzuges, wobei das Holz verbrennen und nicht verkohlt werden würde. Bei den Köhlereien im Walde ist man genöthigt sich der Decke zu bedienen, welche gerade zu erhalten ist, nämlich der Erde und häufig des Sandes. Weil die lockere Erde aber nicht auf der Oberfläche des Meilers liegen bleiben, sondern durch die Zwischenräume hindurch fallen würde; so muß der Meiler, ehe man ihn mit Erde bewirft, noch mit einer Decke von Rasen, Reisig, Tannennadeln oder Laub und Waldstreu versehen werden. Je weniger Zwischenräume alle diese Substanzen haben, desto besser erfüllen sie ihren Zweck. Grüner Rasen, mit der Grasseite auf das Holz gelegt, gewährt eine sehr gute Decke. Weniger gut ist das Moos und am wenigsten sind die Nadeln von den Pinusarten als Decke zu gebrauchen. Vor einem schlechten, wenig zusammenhängenden und dünn bewachsenen Rasen, hat eine dichte Laubdecke, wenn sie zu erhalten ist, große Vorzüge. Mit dieser ersten Decke wird der Meiler versehen, sobald er geschlichtet ist, d. h. sobald die Zwischenräume zwischen den Scheiten mit dünnem Holz möglichst ausgeglichen sind, so daß die Oberfläche des Meilers glatt erscheint. Bei dieser Bedeckung erhält der Meiler zugleich an der Grundfläche (am Fuß) die so genannte Rüstung, nämlich

eine 6 Zoll von der Grundfläche entfernte, rings um den Meiler laufende horizontale Umfassung mit dünnen Aesten, welche in hölzernen Gabeln liegen. Statt derselben legt man auch wohl nur 3 bis 4 Fuß lange Hölzer dergestalt rund um den Fuß des Meilers, daß zwischen jedem Rüstholze ein Zwischenraum bleibt; oder man legt die Rüsthölzer auf Steinen, die um die Grundfläche des Meilers, in Entfernungen, welche der Länge der Rüstholzer angemessen sind, umhergelegt werden. Diese Rüstung dient theils dazu, der Decke eine Unterstützung zu gewähren, theils aber auch um den Dämpfen, beim ersten Anzünden, Gelegenheit zu geben, durch die Zwischenräume am Fuß des Meilers einen Ausgang zu finden. Bei großen und steilen Meilern ist es nothwendig, in der mittleren Höhe des Meilers noch eine zweite Rüstung anzubringen, welche auf Rüstgabeln ruht, deren Länge die Höhe entspricht, in welcher die Rüstung gemacht werden soll. Bequeme Köhler scheuen die Mühe, welche die Anfertigung dieser Rüstungen erfordert; allein sie entgehen dann auch dem Vortheil, steiler gesetzte Meiler anwenden zu können. Sobald die untere Rüstung gemacht ist, fängt man mit dem Bedecken des Meilers von unten herauf an und macht die Decke, bei einem guten Material, 3 Zoll, bei einem schlechten aber 4 bis 5 Zoll stark. Besonders muß die Haube sehr sorgfältig bedeckt und mit einer guten dichten Decke versehen werden, um das Durchbrennen des Feuers, welches gegen die Haube am stärksten wirkt, zu verhüten. Nach dieser ersten Decke erhält der Meiler die zweite, oder die eigentliche Erddecke. Eine zu fette und zu feste Erde darf zur Decke nicht angewendet werden, weil sie beim Erhitzen leicht Risse erhält, auch beim Schwinden des Holzes nicht schnell genug nachsinkt, sondern Höhlungen veranlaßt. Reiner Sand ist unbrauchbar, weil er von der ersten Decke leicht herabrollt. Man muß daher zuweilen eine künstliche Masse zur Decke aus Thon und Sand

zusammen setzen, oder sich, welches jedoch immer höchst nachtheilig ist, — bei sehr lockerem und sandigem Boden damit helfen, daß man die Meiler sehr flach setzt, damit die Decke liegen bleibt. Die angefeuchtete, und durch öfteres Besprengen mit Wasser feucht erhaltene Kohlenlösche, ist, wie schon erwähnt, die allervorzüglichste Decke, bei welcher sich die steilsten Meiler anwenden lassen, vorzüglich wenn man dieser Decke durch eine zweite Rüstung in der mittleren Höhe des Meilers, noch eine Unterstützung verschafft. In der Regel erhält der Meiler überall eine gleich starke Decke, um das Feuer nicht nach der schwächer beworfenen Stelle hinzuziehen; nur die Haube wird oft stärker beworfen, weil sie der Wirkung des Feuers am mehrsten ausgesetzt ist. Hat man einen besonderen Grund, die Gluth von irgend einer Stelle des Meilers vorzüglich abzuhalten, so muß sie eine stärkere Decke bekommen. Ist beim Aufrichten des Meilers das Versehen begangen worden, auf einer Seite besonders viel schwaches Holz zu nehmen, so läßt sich der Fehler dadurch etwas verbessern, daß man dem schwächern Holz eine stärkere Decke giebt. Ist man genöthigt, nasses und verstocktes Holz zu verkohlen, so muß der Meiler zuerst nicht so stark bedeckt werden, als wenn er nur gesundes und trocknes Holz enthält, weil er schwerer in Brand kommt und mehr Feuchtigkeit ausschwitzt. Die dem Winde zugekehrte Seite des Meilers muß ganz besonders stärker beworfen werden, weil das Feuer dort stärker angefacht wird. — Bei dem Bedecken der Meiler mit der zweiten Decke, vor dem Anzünden, befolgt man nicht einerlei Verfahren, sondern man bedeckt sie, wie es Gewohnheit und Glaube mit sich bringen, hier ganz, dort erst oben, an einem anderen Orte erst unten, und giebt die ganze Decke erst dann, wenn kein dichter, gelblichschwarzer, nasser Rauch mehr aufsteigt. Wo man den Meiler vor dem Anzünden ganz bedeckt, hat man vorzüglich darauf zu sehen, daß die Dämpfe unter der Fußrü-

stung freien Abzug haben. Ist dies der Fall, so hat das völlige Bedecken der Meiler gewiß Vorzüge vor dem Verfahren, ihn erst nach dem Aufhören der sich entwickelnden feuchten Dämpfe gänzlich zu bewerfen. Man bezweckt und erreicht zwar durch das anfänglich theilweise Bewerfen einen freieren Abzug der Feuchtigkeit, und sucht dadurch das Schlagen, Stoßen oder Werfen der Meiler zu verhüten; allein durch den freieren Zutritt der Luft wird zugleich zu viel Holz verbrannt, und ein Köhler, der die Mühe nicht scheut, gute Rüstungen zu machen, kann die Dämpfe durch die Oeffnungen am Fuß des Meilers ableiten, ohne denselben der zuströhmenden Luft Preis zu geben.

Die Zeichnungen Fig. 301 und 302. stellen zwei stehende zweischichtige Meiler dar, von denen der eine (Fig. 302.) steiler, der andere (Fig. 301.) flacher gesetzt ist, weil jener eine Decke von feuchter Kohlenlösche, die durch eine Rüstung in der mittleren Höhe des Meilers unterstützt ist, erhalten hat; dieser aber, nach Art der gewöhnlichen Meiler in den Waldköhlereien, eine schlechte und leicht hinabrollende Erddecke bekommen mußte. Der zum Anzünden bestimmte Quandelpfahl ist bei beiden Meilern in gewöhnlicher Art aus den Quandelpfählen konstruirt, die bei jenem Meiler durch Spreitzen, bei diesem durch einen Holzblock auseinander gehalten werden. Der Holzblock wird beim Anzünden herausgezogen und erhält sich schwebend in dem Quandelschacht, indem er von allen Seiten den Druck der Holzscheite zu erleiden hat. Dem einen Meiler ist eine Unterlage von Holz (ein Rost) gegeben worden, dem anderen nicht. Bei dem einen fehlen die Fußräume, weil sich dieselben in der Kohlenlösche dem Bedürfniß gemäß, sogleich ausstoßen lassen; bei dem anderen, welcher die Rasendecke, und über derselben die Erddecke bekommen hat, sind die Fußräume angedeutet worden, welche durch die Rüstung am Fuße des Meilers gebildet werden.

Beim Anzünden des Meilers muß das Feuer schnell um sich greifen, weshalb nicht allein das trockenste Holz um die Quandelstangen gesetzt wird, sondern auch die Zwischenräume, welche durch die etwas geneigte Stellung der Holzscheite gegen die Quandelstangen entstehen, mit Bränden, oder mit harzigem und fein gespaltenem Holz ausgefüllt werden. Durch die erste schnelle Erhitzung des ganzen Meilers wird vorzüglich eine Entfernung der wäßrigen Theile des Holzes bezweckt, weshalb die sich zuerst entwickelnden Dämpfe schwer und wäßrig sind und sich an einer gelblichgrauen Farbe und an dem trägen Fortwälzen leicht erkennen lassen. Die Oberfläche der Meilerdecke überzieht sich dabei auch mit Feuchtigkeit, weshalb man diese Periode des Verkohlens, das Schwitzen, das Bähen oder das Abbähen des Meilers nennt. Wenn diese Dämpfe unter der Decke des Meilers zu sehr zurückgehalten werden, so bewirken sie Explosionen, wobei nicht bloß die Decke abgeworfen, sondern oft auch ein größerer oder kleinerer Theil des Meilers selbst auseinander gerissen wird. Von dem schnellen und vorsichtigen Abbähen des Meilers hängt der gute Erfolg des Verkohlungsprozesses ab, und man ist der Gefahr des Werfens oder des Stoßens des Meilers um so länger ausgesetzt, je mehr man anfänglich versäumt hat, den Meiler in starke Hitze zu bringen. Aber durch dieses erste starke Erhitzen wird ein Theil des Holzes um den Quandel zuweilen wirklich verbrannt. Dadurch sowohl, als durch das Schwinden des gesammten, im Meiler befindlichen und erhitzten Holzes, entsteht ein hohler Raum, der das Zusammensinken des ganzen Meilers bewirken kann, wodurch die Decke Risse erhält, so daß die äußere Luft unregelmäßig und in zu großer Menge hinzutritt. Diese hohlen Räume entstehen auch beim schwachen Abbähen, zwar nicht so schnell, aber dagegen in einer desto längeren Zeitfolge, wodurch die Behandlung des Meilers noch schwieriger wird. Die entstandenen hohlen Räume

müssen, wenn sie von beträchtlicher Größe sind, sehr sorgfältig ausgefüllt werden. Zu dem Ende wird die Decke von der Haube abgenommen, das Holz mit einer langen Stange (Füllstange) so tief als möglich zusammengestoßen und der dadurch entstandene hohle Raum entweder mit Bränden oder mit Kohlenholz (im Nothfall mit Kohlenlösche) ausgefüllt, worauf die Decke wieder mit Sorgfalt aufgetragen wird. Je steiler der Meiler gesetzt ist, desto weniger ist das Füllen, nämlich das Ausfüllen der entstandenen hohlen Räume, nothwendig, indem es dann häufig schon genügt, die Decke, welche sich von der Oberfläche des Meilers losgezogen hat, wieder fest anzutreiben. Flach gesetzte Meiler erfordern zuweilen ein zwei und dreimaliges Füllen. Die Decke, welche sich beim Schwinden des Holzes immer von der Oberfläche des Meilers abzuziehen, Höhlungen zu bilden und Risse zu erhalten geneigt ist, muß von Zeit zu Zeit und mit großer Sorgfalt wieder fest zusammengeschlagen und die entstandenen Risse und Oeffnungen müssen gehörig verschlossen werden. Ist der Meiler ausgewärmt und die Decke wieder fest angetrieben, so sind keine Explosionen weiter zu befürchten, weshalb die Oeffnungen am Fuß des Meilers dann auch mit der Decke versehen werden können. In diesem Zustande bleibt der Meiler 3 bis 4 Tage ruhig stehen und man sucht nur die möglichst gleichförmige Verbreitung der Hitze im Meiler zu befördern. Wenn der Meiler auf allen Seiten ganz gleichförmig schwindet und zusammensinkt, so läßt sich daran die gleichförmige Verbreitung der Hitze im Inneren des Meilers erkennen. Findet das Schwinden ungleichförmig statt, so daß die äußere Gestalt des Meilers unregelmäßig erscheint, so muß die Decke auf derjenigen Seite, welche am stärksten zusammensinkt, dicker aufgetragen werden. Sollte das stärkere Bewerfen solcher leidenden Stellen nicht von Erfolg seyn, so müssen an der entgegengesetzten Seite des Meilers Zuglöcher durch die Decke gestoßen werden. Man nennt den Zustand des Meilers in welchem er, sich selbst überlassen, bei dem fast gänzlichen

Ausschluß der Luft, durch die innere Gluth die Verkohlung des Holzes bewirken soll, das Treiben. Damit aber die sich entwickelnden sauren und öligen Dämpfe nicht das Ersticken des Feuers veranlassen, wird es nothwendig für die Ableitung derselben und zugleich für einen sehr schwachen Luftzutritt zu sorgen. Man bewirkt beides dadurch, daß man Zuglöcher oder Registeröffnungen (Raumlöcher) durch die Decke des Meilers stößt. Dabei muß indeß mit sehr großer Sorgfalt verfahren werden, theils um nicht zu viel Luft in den Meiler zu bringen, theils um das Feuer nach der einen Seite des Meilers nicht stärker als nach der anderen hinzuziehen. Je weniger man den Zug befördert, je langsamer also die nun folgende Operation (das Zubrennen des Meilers) erfolgt, desto günstiger wird der Erfolg der Verkohlung seyn. Durch die Beschleunigung der Arbeit, nämlich durch einen zu sehr verstärkten Zug, erhält man weniger und schlechtere Kohlen. Die Oeffnungen zum Abziehen der Dämpfe und zur Zuleitung der Luft, müssen am Fuß des Meilers gemacht werden. Die Menge dieser Oeffnungen (Fußräume) richtet sich nach dem Zustande des Meilers. Befindet er sich in starker Gluth, so sind nur wenig Oeffnungen erforderlich; im entgegengesetzten Fall werden deren mehrere, in Entfernungen von 4 bis 6 Fuß von einander angebracht. Mit der Menge und Größe dieser Fußräume vorsichtig zu seyn, kann nicht genug empfohlen werden, weil durch einen starken Zug das Verbrennen des Holzes und der schon gebildeten Kohle herbeigeführt wird. Das ganze Verkohlungsgeschäft sollte eigentlich durch die Oeffnungen am Fuß des Meilers beendigt werden, weil es nur darauf ankommt, den Dämpfen Abzug zu verschaffen und das Feuer nach unten zu ziehen. Allein die Meilerdecke condensirt einen Theil der sich entwickelnden Dämpfe, so daß diejenigen Holzscheite, welche mit der Decke in unmittelbarer Berührung sind, feucht erhalten und nicht vollständig verkohlt werden

würden, wenn nicht dafür gesorgt wird, den Dämpfen einen Abzug und der Luft einigen Zutritt zu verschaffen. Man bringt daher, wenn die Verkohlung beinahe beendigt ist, und wenn der Meiler, nach Verhältniß seiner Größe, 4—8 Tage lang bloß mit den Oeffnungen am Fuß desselben gestanden hat, etwa in der halben Höhe des Meilers noch einige Oeffnungen durch die Decke (Mittelräume), wodurch man die vollständige Verkohlung der äußersten Holzreihen zu bewirken sucht. Bei sehr großen Meilern pflegt man wohl noch eine zweite Reihe von Mittelräumen, näher nach der Haube zu, anzuordnen; indeß ist dies Verfahren nicht, am wenigsten bei kleinen und bei Meilern von mittlerer Größe, zu loben. Weil sich die Hitze im ganzen Meiler immer nach oben verbreitet, so kann die Verkohlung in der Haube und im Kopf des Meilers, sehr gut ohne unmittelbaren Luftzutritt erfolgen. Aus diesem Grunde müssen auch sogar die Mittelräume nicht zu nahe neben einander gebracht werden, und von der Seite, wo der Meiler einem starken Zuge ausgesetzt ist, ganz wegbleiben. So lange der aus den Mittelräumen tretende Dampf noch schwarz und dick ist, müssen sie offen bleiben; sobald er aber bläulich gefärbt und dünne wird, verschließt man sie sogleich und bringt, 15 bis 18 Zoll tiefer, eine zweite concentrische Reihe von Oeffnungen durch die Meilerdecke, welche man ebenfalls so lange offen erhält, bis der feine Rauch eine bläuliche Farbe bekommt. Bei großen Meilern ist noch eine dritte solche Reihe von Oeffnungen erforderlich, ehe man bis zu den Oeffnungen am Fuß des Meilers niedergekommen ist. Dann tritt der Meiler in die Gaare. Das Feuer bricht stellenweise am Fuß des Meilers durch die Fußräume. Geschieht dies Durchbrechen gleichzeitig im ganzen Umkreise des Meilers, so ist die Arbeit gut gegangen. Bleibt das Feuer auf einzelnen Punkten zurück, so muß die Verkohlung dort durch anzubringende Oeffnungen beeilt, und die Oeffnungen an den

gaaren Stellen müssen sorgfältig möglichst dicht verschlossen werden.

Nach beendigter Verkohlung hat der Meiler eine sehr veränderte äußere Gestalt erhalten. Er ist, wegen des Schwindens des Holzes, nicht allein beträchtlich zusammengesunken, sondern er hat auch in wenigen Fällen seine regelmäßige kegelförmige Gestalt behalten. Oft ist er nach der einen Seite etwas stärker als nach der andern geneigt, oder er ist bauchig, mit muldenförmigen Vertiefungen u. s. f. je nachdem er bei der Arbeit mehr oder weniger verwahrloset ist. Flach gesetzte Meiler bekommen nach der Verkohlung immer eine weniger regelmäßige Gestalt, als steil gesetzte Meiler. Man kann aus der äußern Gestalt in der Regel auf den Gang und auf den Erfolg der Arbeit schließen. Wenn das Gaarwerden des Meilers auf allen Seiten erfolgt ist, so bleibt er etwa 24 Stunden lang ganz zugedeckt, und gegen allen Zutritt der Luft geschützt, ruhig stehen. Würde er in diesem Zustande lange genug erhalten, so müßte das Feuer zuletzt erlöschen. Weil aber der völlige Ausschluß der Luft unmöglich ist, so würde durch das freiwillige Ersticken des Meilers ein Verbrennen eines großen Theils der Kohlen veranlaßt werden. Die Erfahrung hat ferner gelehrt, daß die von selbst erstickten Kohlen weniger wirksam sind, als die, in denen das Feuer ausgelöscht worden ist. Beim Ausziehen der Kohlen macht man am Fuß der einen Seite des Meilers mit einem eisernen Hacken eine Oeffnung, welche aber sogleich, nachdem eine hinlängliche Menge Kohle gezogen ist, wieder mit trocknem Sande oder mit Lösche zugeworfen wird, und schreitet mit diesem Ausziehen rund um die Peripherie des Meilers fort. Die gezogenen Kohlen werden entweder mit trocknem Sand, oder mit trockner Lösche, aber auch wohl durch Besprengen mit Wasser, gelöscht. Wo man Wasser in der Nähe hat, zieht man das Löschen der Kohlen durch Besprengen vor.

Die Verkohlungszeit, vom ersten Anzünden bis zum Gaarwerden des Meilers, richtet sich theils nach der Größe, theils nach der Behandlung des Meilers. Ein kleiner Meiler erfordert vielleicht nur 6 Tage, wenn ein größerer wohl 4 Wochen bedarf. Für Meiler, deren Inhalt etwa 3000 Kubikfuß beträgt, rechnet man 14—16 Tage. Größere Meiler erfordern verhältnißmäßig ungleich weniger Zeit. Hartes Holz muß langsamer als weiches verkohlt werden. Je länger der Meiler im Treiben bleibt, oder je länger der Zutritt der Luft durch die Registeröffnungen am Fuße des Meilers abgehalten wird, desto vollkommner erfolgt die Verkohlung und desto geringer ist der Verlust durch Verbrennen. Die Kohlen werden gleich beim Ausziehen nach ihrer Größe in verschiedene Sorten abgetheilt. Die Kohlen von den ersten Zügen sind immer die größten, weil das Holz, je näher am Quandel, desto stärker vom Feuer, beim ersten Anzünden, ergriffen wird.

Man hat einen großen Werth darauf gelegt, die bei der Verkohlung des Holzes in Meilern entweichenden sauren und öligen Dämpfe nicht unbenutzt zu lassen, und es fehlt nicht an Vorschlägen zu Vorrichtungen um dieselben aufzufangen. Das Verkohlungsverfahren in Meilern ist indeß gar nicht dazu geeignet, jene Nebenprodukte zu gewinnen, weil die Gewinnung immer nur auf Unkosten des Kohlenausbringens geschehen würde. Nur in derjenigen Zeitperiode, in welcher sich der Meiler im Treiben befindet, würde die Ableitung der Dämpfe, durch eine in der Haube angebrachte Röhre, welche in Kühlfässer geleitet wird, keine Stöhrung des Verkohlungsprozesses bewirken. Diese Nebenprodukte haben indeß in den mehrsten Gegenden einen so geringen Werth, daß Mühe und Kosten dadurch nicht bezahlt werden. Der Vorschlag des Hrn. Foucaud, die Meiler mit geflochtenen hölzernen Horden zu bedecken, welche einen luftdichten Ueberzug von Lehm erhalten und daher sehr leicht zu transportiren sind, hat scheinbar viel

für sich. Wenn diese Horden aber, nach dem erfolgten Richten des Meilers, auch vollkommen an der Oberfläche desselben anschließen; so ist dies doch nicht mehr der Fall, wenn das Holz durch die Verkohlung schwindet. Eine solche Art die Meiler zu bedecken, um die sich entwickelnden Dämpfe ableiten und in Kühlfässern condensiren zu können, hat daher nur in solchen Gegenden einigen Werth, wo die Nebenprodukte von der Verkohlung zu einer fabrikmäßigen Benutzung verwendet werden können, und wo man sich daher ein weniger reichliches Kohlenausbringen, der Nebenprodukte wegen, gefallen lassen muß.

Die Verkohlung in Haufen.

Wodurch sich die Verkohlung in Haufen, — welche auch zuweilen die Verkohlung in liegenden Meilern genannt wird, — von der Verkohlung in Meilern unterscheidet, ist schon oben erwähnt worden. Der Unterschied ist scheinbar geringe, indeß findet doch bei der Behandlung des zu verkohlenden Holzes eine wesentliche Verschiedenheit bei beiden Methoden statt. Von der Verkohlungsmethode in Haufen rühmt man, daß sie vorzüglich gute Kohlen liefere, weil dieselben fast in demselben Augenblick ausgezogen werden, wo sie entstanden sind, also der Glühhitze und den glühenden Gasarten die sich beim Verkohlen entwickeln, nicht so lange ausgesetzt bleiben, als in den Meilern. Auch will man durch die Haufenverkohlung ein größeres Kohlenausbringen als durch die Meilerverkohlung erhalten haben. An anderen Orten haben Erfahrungen gerade entgegengesetzte Resultate gegeben. Gewohnheit und erlangte Fertigkeit in dieser oder jener Verkohlungsmethode entscheiden hier, wie immer in solchen Fällen, wo man mit Unrecht der Methode zuschreibt, was lediglich der Erfolg einer mehr oder weniger vorsichtigen Arbeit ist.

Das gewöhnliche Verfahren bei der Haufenverkohlung besteht darin, daß 6 bis 8 Fuß lange ungespaltene Holzstämme auf der Verkohlungsstätte, in einer gewissen Ordnung liegend, über einander geschichtet, mit Kohlenlösche (und in Ermangelung derselben mit einer anderen Decke, wie bei den Meilern,) bedeckt und verkohlt werden. Die Verkohlungsstätte besteht aus einer horizontalen, zuweilen aber auch unter sehr verschiedenen Winkeln, dann aber immer dergestalt geneigten Ebene, daß der vordere, niedrigere Theil des Haufens auch über dem tiefer liegenden Theil der Ebene aufgerichtet wird. In einigen Gegenden hält man das Ansteigen der Verkohlungsstätte von vorn nach hinten sogar für ein nothwendiges Erforderniß. Bei dem Verkohlen in Wäldern, in gebirgigten Gegenden, kommt es dieser Verkohlungsmethode wenigstens zu gute, daß sie keine horizontale Stätte nothwendig erfordert. So viel als möglich sucht man eine feste, möglichst trockne Stätte aus, die man 3 bis 6 Zoll hoch mit reiner Kohlenlösche bedeckt. Die Größe der Stätte ist von örtlichen Verhältnissen und von der Länge der Holzstämme abhängig. Gewöhnliche Dimensionen eines Haufens sind eine Länge von 24 Fuß und eine Breite von 8 Fuß, indem das Holz zu 8 Fuß langen Blöcken geschnitten wird. Die Verkohlungsstätte ist um einige Fuß länger und breiter. Wenn die Größe des aufzustellenden Haufens abgesteckt ist, werden hölzerne Pfähle, in einer Entfernung von 2 — 3 Fuß von einander, 1 — 1½ Fuß tief in die Erde getrieben. Diese Pfähle sind an dem hinteren Theil des Haufens (an dem Kopf, oder Segel) 7 — 9 Fuß von der Erdoberfläche hoch und werden gegen den vorderen Theil des Haufens immer niedriger, so daß der letzte Pfahl nur etwa 2 Fuß aus der Erde hervorragt. Diese Pfähle sind dazu bestimmt, die Decke des Haufens an den senkrechten Seiten zusammenzuhalten. Auch die hintere Fläche des Haufens führt man häufig ganz senkrecht in die Höhe, weshalb die Decke

dort ebenfalls mit einer Pfahlreihe znsammen gehalten werden muß. Diese hintere Pfahlreihe ist nur dann nicht nothwendig, wenn die hintere Fläche des Haufens keine senkrechte Wand bildet, sondern wenn die Holzblöcke mit einer Dossirung über einander liegen, so daß die Decke unmittelbar auf der dadurch entstehenden schiefen Ebene ruhen kann. Ein Grundriß, eine perspektivische Ansicht und ein Durchschnitt eines solchen, mit Pfählen eingefaßten Haufens, ist in den Zeichnungen Fig. 303, 304 und 305. vorgestellt. Die Breite des durch die Pfähle begränzten Raumes ist 12 Zoll größer als die Länge der Holzblöcke. Auf der Verkohlungsstätte werden zuerst lang gespaltene Stäbe, oder auch gerade Aeste, der Länge nach neben einander gelegt. Sie dienen dem zu verkohlenden Holz als Unterlagen und halten zugleich die Erdfeuchtigkeit ab, vertreten also die Stelle des Rostes bei der Meilerverkohlung. Auf diese Aeste wird das zu 8 Fuß langen Blöcken zerschnittene und ungespaltene Holz, ohne Rücksicht auf die Stärke der Blöcke, über einander geschichtet. Die stärksten Blöcke sucht man jedoch gegen den Kopf, oder gegen das höchste Ende des Haufens hin zu bringen, und füllt alle Zwischenräume möglichst mit dünnem Gipfel- und Astholz aus. Der vordere, niedrigere Theil des Haufens erhält die schwächsten Hölzer und oben werden zur Bedeckung starke Aeste oder auch gespaltenes Holz angewendet. Die Seitenwände werden ganz senkrecht in die Höhe geführt, so daß auf jeder Seite zwischen denselben und den Pfählen ein Zwischenraum von 6 Zoll bleibt. Dieser Zwischenraum wird nun mit gewöhnlicher Kohlenlösche, die etwas angefeuchtet wird, ausgefüllt. Um das Durchfallen dieser Bekleidung durch die Pfahlreihen zu verhindern, werden dünne gespaltene Bretter, Schindeln, oder andere flache dünne Hölzer, auf der dem Haufen zugekehrten Seite an den Pfählen angelehnt, worauf die Lösche zwischen dieser Verschaalung und dem Kohlenholze festgestampft wird.

Oben wird der Haufen mit Laub, dünnen Reisern und zuletzt mit Lösche bedeckt. Die Zeichnung Fig. 304. zeigt die Ansicht eines solchen fertigen Haufens.

Um den Haufen anzuzünden, bringt man, am vorderen (niedrigen) Ende desselben, glühende Kohlen unter die untersten Holzlagen zwischen den Unterlaghölzern. Schon beim Aufstellen des Haufens sucht man hier dünneres und trocknes Holz, Späne u. s. f. hinzubringen, damit das Anzünden erleichtert wird. Dringt hier und dort ein lichter blauer Rauch am vorderen Ende durch die Decke, so wird das Anzündeloch sorgfältig verschlossen und es werden vorne, etwa 15 Zoll vom Boden (Fig. 304.) 3 bis 4 Löcher von 1 Zoll Durchmesser in die Löschbedeckung gestoßen. Dadurch wird der vordere Theil des Haufens erwärmt und in völlige Gluth gebracht. Wenn nach einiger Zeit ein lichtgrauer leichter Dampf sparsam hier und dort durch die dichte Decke dringt, so ist der vordere Theil des Haufens schon so weit verkohlt, daß der Luftzutritt abgehalten werden kann. Es werden dann die bei A gestoßenen Löcher verstopft und an den Seitenwänden, bei B, etwa 2 Fuß von der Erde, und 6 bis 7 Fuß vom vorderen Ende des Haufens entfernt, 3 bis 4 neue, 12 bis 15 Zoll von einander entfernte, zollweite Löcher, bis auf das schon erwärmte Holz durch die Füllung gestoßen. Bei der Verschaalung muß auf die künftige Anbringung dieser Löcher Rücksicht genommen werden. Kommen auch bei diesem Theil des mit Löchern versehenen Meilers, die vorhin erwähnten Kennzeichen der Halbgaare zum Vorschein, so werden die Löcher sogleich verstopft und in eben der Richtung neue, jedoch im Verhältniß der zunehmenden Höhe des Haufens, um mehrere Zolle höher stehende Oeffnungen gestoßen, zugleich aber auch unter den eben verstopften Löchern B, ganz nahe am Boden (am Fuße des Haufens) 2 bis 3 frische, zollweite Oeffnungen gemacht, damit sich das Feuer bis zur Sohle hin-

unter zieht. Diese Fußöffnungen dürfen aber höchstens nur so lange offen bleiben, bis sich ein leichter, kaum bemerkbarer gaarer Dampf zeigt. Auf die beschriebene Weise fährt man mit dem Einbringen der Löcher bis zum Kopfende des Meilers fort. Ist die Verkohlung so weit vorgerückt, daß man schon in einer Entfernung von 8 Fuß vom Kopfende Löcher stößt, so kann am vorderen Ende, wo sich schon gaare erloschene Kohlen befinden, mit dem Ausziehen derselben der Anfang gemacht werden. Nur selten werden sich noch glühende Kohlen finden, und wenn der Kopf des Meilers, oder das Segel, noch in voller Verkohlung begriffen ist, so muß schon die vordere Hälfte der Kohlen ausgezogen seyn.

Ein, nur in der Größe der Haufen und in der Art des Aufstellens des Holzes, von dem vorigen abweichendes Verfahren bei der Haufenköhlerei, stellen die Zeichnungen Fig. 306 und 307. im Grundriß und im Durchschnitt dar. Man wendet dabei nicht ungespaltenes sondern gespaltenes Holz an und bringt dasselbe der Länge nach in die Haufen. Das Einfassen, Bedecken, Anzünden der Haufen geschieht eben so wie vorhin. Der Verkohlungsprozeß erfolgt aber mit weniger Löchern, weil sich das Feuer in dem gespaltenen und nach der Richtung der Länge liegenden Holze ungleich schneller verbreitet. Man behauptet daß dies Verfahren große Vorzüge vor dem vorigen haben soll, und daß dabei ein weit größeres Kohlenausbringen erlangt wird. Man spaltet indeß nur solche Stämme, die über 9 Zoll im Durchmesser stark sind. Schwächere Stämme bleiben ungespalten. Die Länge der Scheite ist hier nicht auf die Breite des Haufens beschränkt, sondern es kann jede andere Länge gewählt werden.

Die Verkohlung in Haufen ist weit mehr als die Meilerverkohlung zum Auffangen der Nebenprodukte bei dem Verkohlungsprozeß geeignet. Die sich entwickelnden Dämpfe strömen nach dem höheren Theil des Haufens, welcher erst ganz

zuletzt zur Verkohlung kommt, wogegen sie bei der Meilerverkohlung das Verbrennen der Kohle in der Haube verhindern sollen. Wo also die Haufenverkohlung eingeführt ist, besonders in solchen Gegenden wo das zu verkohlende Holz auf einem Punkt zusammengebracht wird; da läßt sich mit Vortheil eine Vorrichtung zur Gewinnung der Holzsäure und des Thers anwenden. Eine solche Vorrichtung stellen die so eben erläuterten Zeichnungen Fig. 306 und 307. dar. Hinten, am Segel des Haufens, sind 3 Röhren a, durch die Füllung in den Holzhaufen geführt und gut verdichtet. Diese 3 Röhren vereinigen sich in der trichterförmigen Erweiterung der Kühlröhre b. Man kann der Kühlröhre eine platt gedrückte Gestalt geben, um dem zum Abkühlen bestimmten Wasser mehr Fläche darzubieten. Diese Röhre geht durch ein gewöhnliches, möglichst großes Kühlfaß c, welches fortwährend einen Zufluß von frischem Wasser erhält. Das Ende dieser Röhre ist mit einer Vorlage d verbunden, welche die verdichtete Säure, das Oel und den Ther aufnimmt. Aus der Vorlage geht wieder eine 4 Zoll weite Röhre e zurück durch das Kühlfaß. Sie hat die Bestimmung das nicht condensirbare Gas abzuführen. Die Dämpfe welche sich in dieser Röhre aber etwa noch verdichten, fließen, wegen der gegen den Horizont geneigten Lage der Röhre, in die Vorlage zurück. Die sämmtlichen Röhren sind von gegossenem Eisen; die Bottiche können von Holz angefertigt seyn.

Unmittelbar nach dem Anzünden des Haufens erfolgt die Entwickelung der Dämpfe. Sie schlagen sich in der Kühlröhre nieder und man erhält zuerst fast reines Wasser, später schwächere, dann stärkere Holzsäure, welche schon brenzlich riecht. Nach und nach wird die Flüssigkeit immer brauner, riecht immer stärker nach Ther und zuletzt entwickelt sich nur wenig saure Flüssigkeit und mehr Ther, welches sich gegen das Ende der Operation so verdickt, daß es kaum tropfbar bleibt. Dann

müssen die Röhren abgenommen werden, weshalb auch diejenigen Produkte, welche sich beim Verkohlen des hintersten Theiles des Haufens entwickeln, sehr unvollständig gewonnen werden.

Man hat das zu verkohlende Holz noch auf mannigfaltige andere Weise in den Haufen aufgestellt, dasselbe z B. theils senkrecht aufgerichtet, theils horizontal niedergelegt und die Lagen auf sehr verschiedene Art mit einander abwechseln lassen. Es scheint aber, daß es ziemlich gleichgültig ist, wie man das Holz aufrichtet, und daß es in der Hauptsache immer nur darauf ankommt, die Zwischenräume zwischen den Holzscheiten möglichst zu vermeiden und die unvermeidlichen so viel als möglich mit dünnerem Holz auszufüllen. Das Verfahren bei der Haufenverkohlung ist immer das beschriebene, welche Abänderungen man auch bei dem Richten des Holzes vorgenommen hat.

Von der Verkohlung in Oefen.

In Oefen verkohlt man das Holz aus mehreren Gründen; entweder weil man den Ther, oder weil man den Holzessig vorzugsweise gewinnen will, oder weil man in den Oefen eine größere Quantität Kohlen als bei der Meiler- und Haufenverkohlung aus dem Holz darzustellen glaubt und sich den Vortheil der Gewinnung der Nebenprodukte von der Holzdestillation noch nebenher verschaffen will. Die Erfahrung hat indeß entschieden, daß man bei der Ofenverkohlung nicht mehr und nicht bessere Kohlen als durch eine sorgfältige Meiler- und Haufenverkohlung erhalten kann, und daß das Kohlenausbringen in denjenigen Oefen, in welchen die Verkohlung nicht durch äußere Hitze geschieht, sondern in welchen ein Zutritt von atmosphärischer Luft statt finden muß, sogar noch geringer ist, als bei der Verkohlung unter beweglichen Decken.

Es ist schon vorhin erwähnt, daß man vier Arten von Verkohlungsöfen unterscheiden kann.

a. Verkohlungsöfen mit Anwendung äußerer Hitze. Dies sind diejenigen Oefen, bei welchen sich die vollkommenste Gewinnung aller bei der Destillation des Holzes entstehenden Produkte erwarten läßt, weshalb man auch die Einführung derselben bei der Verkohlung, von Zeit zu Zeit als ein Mittel zu großen Holzersparungen und bedeutenden Vortheilen empfohlen hat. Die Nebenprodukte, so versicherte man, würden die Kosten des Holzes und der Verkohlung decken, und der Werth der erhaltenen Kohlen werde als der reine Gewinn des Verkohlungsprozesses zu betrachten seyn. Es ist schon oben bemerkt, daß unrichtige Voraussetzungen solchen Anpreisungen zum Grunde liegen. Außerdem sind aber alle Verkohlungsöfen, in welchen das Holz in ganz verschlossenen Räumen durch äußere Hitze verkohlt wird, zur Anwendung im Großen nicht geeignet, weil die Räume einen gewissen, immer nur sehr unbeträchtlichen, kubischen Inhalt nicht überschreiten dürfen, damit das Holz vollständig zersetzt wird und in der Mitte des Ofens nicht im unvollkommen verkohlten Zustande zurückbleibt. Der geschlossene Raum, welcher nur mit einer Oeffnung zur Ableitung der Dämpfe versehen ist, wird bald aus Ziegelmauerung, bald aus starkem Eisenblech, bald aus gegossenen eisernen Platten zusammengesetzt. — Die Oefen mit ganz massiven Wänden, erfordern am mehrsten Brennmaterial zur äußeren Erhitzung. Ein gewöhnlicher Ofen dieser Art ist der Ther- und Pechofen, in welchem sehr harzreiches Holz vorzüglich zu dem Zweck verkohlt wird, um Ther, Pech und Oel zu gewinnen. Ein solcher Ofen hat die Gestalt eines gewöhnlichen Backofens, welcher aber noch mit einem Mantel versehen ist, so daß ein Ofen gewissermaßen in einen zweiten hineingesetzt ist. Der Zwischenraum zwischen dem äußeren und dem inneren Ofen, dient zur Erhitzung des

letzteren, welcher mit harzreichem Holz angefüllt ist. Die Einsatzöffnung für das Holz, welche nach Beendigung des Prozesses zugleich zum Ausziehen der Kohlen dient, wird während der Verkohlung fest verschlossen. Die Produkte von der Destillation (welche zum Theil aus wirklich ausgebratenem Harz bestehen, welches schon gebildet in dem Holz vorhanden war) sammeln sich auf dem Boden des innern Ofens, dessen tiefer liegender Mittelpunkt (in solcher Art wie bei der Meilerstätte Fig. 296 und 297.) eine Oeffnung ist, durch welche vermittelst eines Canals die sich condensirenden Dämpfe in einer Grube zusammengeleitet werden. — Bei dieser Verkohlung sind Ther und Pechgewinnung der Zweck der Operation. Man hat aber ganz ähnliche Oefen zur Verkohlung überhaupt, in Verbindung mit einer Theergewinnung, in Vorschlag gebracht und wirklich angewendet. So bediente man sich z. B. in Schweden der so genannten Funck'schen Verkohlungsöfen von 232 bis 300 Kubikfuß räumlichem Inhalt, welche genau nach demselben Princip wie die gewöhnlichen Theröfen construirt sind und nur darin abweichen, daß sie keine runde, sondern eine viereckige Gestalt erhalten, übrigens aber ebenfalls mit einem gemauerten Gewölbe geschlossen sind. Diese Oefen erfordern viel Brennmaterial zum Erhitzen der Umfassungsmauern und haben daher niemals einen allgemeinen Beifall gefunden. — Die Oefen, bei welchen der verschlossene Raum durch Eisenblech oder durch gegossene eiserne Platten gebildet wird, sind ebenfalls sämmtlich nach einem und demselben Princip construirt und nur darin von einander abweichend, daß man bald eiserne Cylinder, bald eiserne Kasten anwendet, je nachdem man die Erhitzung auf diese oder auf jene Weise vortheilhafter und mit einem geringern Aufwand von Brennmaterial bewerkstelligen zu können glaubt. Die Zeichnungen Fig. 312 und 313. stellen einen solchen Verkohlungsofen im Grundriß und im Durchschnitt dar. Er besteht aus gegosse-

nen eisernen Platten, welche dicht zusammengeschraubt und mit einem feuerfesten Kitt luftdicht gemacht worden sind. Er hat einen räumlichen Inhalt von 100 Kubikfuß. Gewöhnlich liegen zwei solcher viereckiger Oefen neben einander. Die hölzernen Vorlagen a, so wie das Kühlfaß b werden mit kaltem Wasser gefüllt und sind durch eine eiserne Röhre c mit dem Ofen d verbunden. Aus der Vorlage a ist eine 6 Zoll weite eiserne Röhre unter den Feuerungsraum f des Ofens zurück geführt, um die nicht condensirbaren Gasarten abzuleiten, welche sich dort zum Theil entzünden und durch ihr Verbrennen die Wirkung des Brennmaterials unterstützen. Das Brennmaterial wird durch den Feuerungskanal h auf den Rost g gebracht, unter welchem sich der Aschenfall i befindet. Die Flamme wird durch die Züge k rund um den Ofen geleitet und zuletzt durch die Esse l abgeführt. In den 3 Fuß breiten, 6 Fuß langen und 5½ Fuß hohen Ofen, wird das, in 3füßige Scheite gespaltene Holz, dergestalt durch die Einsatzöffnung m eingetragen, daß die Länge der Scheite die Breite des Ofens füllt, wobei es möglichst dicht gepackt wird. Ist der Ofen voll, so wird die Oeffnung m mit einem eisernen Deckel verschlossen und mit Lehm verklebt. Man giebt zuerst ein lebhaftes Feuer. Sobald der Ofen zu glühen anfängt, zeigt sich schon etwas brennbares Gas, welches durch eine kleine Oeffnung in der Vorlage a wargenommen werden kann. Nach und nach fängt das Wasser in der Vorlage an zu steigen und dies ist ein Zeichen, daß die Destillation gut von statten geht. Das Ventil n, welches den Abzug der Gasarten zu dem Feuerungsraum sperrte, wird geöffnet, mit der Feuerung langsam fortgefahren und die in dem untern Gefäß der Vorlage aufsteigende Flüssigkeit (Holzessig) von Zeit zu Zeit abgeschöpft, oder durch einen Hahn o abgelassen. Das Feuer wird nur so lange unterhalten, bis die Flüssigkeit eine braune Farbe annimmt. Die Zeit des Heizens beträgt

etwa 8 Stunden. Das vollkommen glühende Holz im Ofen muß sich nun durch eigene Hitze aller flüssigen und flüchtigen Produkte entledigen, welches, vom ersten Anfange des Prozesses an gerechnet, etwa nach 14 bis 16 Stunden geschieht. Man sperrt sodann das Gasventil n und bringt das Feuer, — welches bis dahin noch durch das brennende Gas unterhalten ward, — gänzlich zum Erlöschen. Nach Verlauf von 6 Stunden sind die Kohlen erkaltet. Sie werden durch eine, unten im Ofen befindliche Oeffnung p herausgezogen. Diese Oeffnung ist ebenfalls mit einer eisernen Thüre versehen, welche, wie die obere Einsetzöffnung, verschlossen und verklebt ist. Mit dieser Oeffnung correspondirt die Oeffnung q, welche in der äußeren Umfassungsmauer des Ofens angebracht ist und aus welche die Kohlen ausgezogen werden. Der ganze Prozeß, bis zum Ausziehen der Kohlen, dauert also 20 bis 22 Stunden, worauf der Ofen sogleich wieder gefüllt wird. Selten erhält man aus einem Ofen, welcher mit Fichten- oder Tannenholz dicht angefüllt ist, mehr als 60 Kubikfuß Kohlen und verbrennt dabei wenigstens eben so viel Kubikfuß Reisigholz.

b. Verkohlungsöfen mit Zutritt von atmosphärischer Luft. Die Verkohlung in solchen Oefen unterscheidet sich von der Verkohlung in Meilern und Haufen nur dadurch, daß das Holz von festen Umfassungswänden eingeschlossen ist. Zwar läßt sich, bei gut eingerichteten Oefen dieser Art, der Luftzutritt genauer reguliren, als bei den beweglichen Decken; dagegen lassen sich aber die hohlen Räume die durch das Schwinden des Holzes beim Verkohlen entstehen, nicht vermeiden. Man hat, um dieser Unvollkommenheit der Oefen zu begegnen, den Vorschlag gemacht, cylinderförmige Oefen anzuwenden und diesen eine bewegliche Decke zu geben, welche in demselben Verhältniß niedersinkt, in welchem das Holz sich zusammenzieht und schwindet; allein es ist in diesen Oefen dennoch kein besseres Kohlenausbringen erreicht

worden, als bei einer gut geführten Verkohlung unter beweglichen Decken. Diese erfordert aber weder Erbauungs- und Unterhaltungskosten für die Oefen, noch so bedeutende Kosten für das Aufstellen des Holzes und für das Ausziehen der Kohlen, als die Ofenverkohlung, weshalb auch die Verkohlung in Oefen mit Luftzutritt, noch keinen Eingang gefunden hat, obgleich bei diesem Verfahren kein besonderes Brennmaterial zur Erhitzung des Ofens erforderlich ist, wodurch die Verkohlung in ganz geschlossenen Räumen fast überall unausführbar wird. Man bedient sich der Verkohlungsöfen mit Luftzutritt daher auch nur vorzüglich in solchen Fällen, wenn es die Absicht ist, die Nebenprodukte von der Holzdestillation fabrikmäßig zu benutzen.

Den Luftzutritt bei diesen Oefen kann man auf verschiedene Weise bewirken. Entweder theilt man dem Ofen einen Rost zu, unter welchen die Luft in den innern Raum des Ofens tritt, wobei aber die Einrichtung statt finden muß, daß der Raum unter dem Rost, oder der Aschenfall, sehr gut verschlossen werden kann, so daß nur ein sehr schwacher, oder, im Fall es nöthig ist, gar kein Luftzutritt statt findet. Oder man leitet die Luft durch Register, welche in den Umfassungswänden angebracht sind, in ähnlicher Art wie es bei der Verkohlung unter beweglichen Decken geschieht, in den Ofen. Die Zeichnungen Fig. 314 bis 317. stellen einen nach der ersten Art eingerichteten Ofen dar, und zwar Fig. 315. im Grundriß, Fig. 314. in der vorderen Ansicht, Fig. 316. im Durchschnitt nach A B, und Fig. 317. im Durchschnitt nach C D des Grundrisses. Daß man sich, statt eines runden, auch eines viereckigen Ofens, welcher ein dichteres Aufschichten des Holzes gestattet, bedienen kann, bedarf keiner Erwähnung. Der Rost besteht aus Ziegeln die auf der hohen Kante stehen. Man würde eben so gut auch eiserne Roststäbe anwenden können. Die Oeffnung a, auf der vorderen Seite, dient theils

zum Eintragen der untersten Holzschichte, theils zum Ausziehen der Kohle, theils zum Einbringen des Feuers nachdem der Ofen gefüllt ist. Sie wird mit einer Blendmauer und außerdem mit einer eisernen Thür geschlossen. Der obere Raum des Ofens wird durch die Oeffnung b, im Gewölbe, angefüllt und demnächst ebenfalls fest verschlossen. Der Aschenfall muß durch eine sehr gut schließende Thüre C geschlossen werden können. Durch diese Thüre wird die Luft unter den Rost geleitet, jedoch nur so lange bis sich dickere Dämpfe von Ther zu entwickeln anfangen. Dann wird sie ganz geschlossen und der Verkohlungsprozeß fast ohne allen Zutritt von Luft beendigt, wozu die Gluth im Ofen schon hinreichend ist. Nach beendigter Verkohlung wird sie mit Erde beworfen, um die Luft gänzlich abzuhalten und die Gluth im Ofen zu ersticken. Die sich entwickelnden Dämpfe ziehen durch die eiserne Röhre d in die Condensirungsvorrichtung ab. Wenn bei diesen Oefen der Luftzutritt mit der größten Sorgfalt regulirt und frühe genug ganz abgeschnitten wird; so kann man darin fast ein eben so großes Kohlenausbringen aus dem Holz, als bei der Meiler- und Haufenverkohlung erlangen.

Von solchen Oefen, bei welchen der Luftzutritt durch Registeröffnungen bewirkt wird, giebt die Zeichnung Fig. 337. eine perspektivische Ansicht. Die Dimensionen des Ofens sind ziemlich gleichgültig. Man zieht die viereckigen Oefen den runden vor, weil sich in die erstern das Holz dichter und mit weniger Zwischenräumen eintragen läßt. Der in der Zeichnung dargestellte Ofen wird durch zwei lange und zwei kurze Umfassungswände von 15 und von 6 Fuß Länge, welche sämmtlich 8 Fuß hoch sind, gebildet. Er umschließt also einen Raum von 720 Kubikfuß, ohne denjenigen Raum, welcher durch das flache Gewölbe gebildet wird, das die beiden langen Seitenmauern verbindet und an welchem die beiden kurzen Seitenmauern giebelförmig angeschlossen sind. Zum Eintragen des

Holzes und zum Ausziehen der Kohlen dienen die Oeffnungen a und b, in einer von den beiden Giebelmauern des Ofens. Man würde auch in beiden Giebelmauern solche Oeffnungen anbringen können. Sie werden während des Verkohlungsprozesses mittelst einer verlornen Mauer und dann noch mit einer eisernen Thüre verschlossen. Den Boden, oder die Sohle des Ofens, bildet trockner und geebneter Sand. Die kleinen cylindrischen Oeffnungen in den vier Umfassungswänden des Ofens vertreten die Stelle der so genannten Raumlöcher bei der Verkohlung in Meilern. Ihr Durchmesser beträgt etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll und sie sind in einer Entfernung von etwa 3 Fuß von einander angebracht. Die unterste Reihe befindet sich im Niveau der Sohle oder des Sandbodens des Ofens, und die zweite Reihe liegt etwa 18 Zoll höher. Der Ofen wird von unten bis oben möglichst dicht mit Holz ausgefüllt. Die unterste Holzschicht ruht auf hölzernen Unterlagen, durch welche zugleich eine mit Kohle, oder mit recht trocknem Holz auszufüllende Feuergasse gebildet wird, um das Feuer in den Ofen bringen zu können. Dies geschieht durch die Oeffnung c, welche etwa 6 Zoll hoch und breit ist und mit der Feuergasse communicirt. Sobald das Feuer in den Ofen gebracht ist, wird auch diese Oeffnung zugemauert. Die Dämpfe ziehen durch eine 6 Zoll weite eiserne Röhre d, in die Condensirungsvorrichtungen ab. Man kann diese Röhre entweder oben im Gewölbe, oder oben in einer von den vier Umfassungswänden des Ofens anbringen, wo der Raum gerade die Aufstellung des Condensirungsapparates am besten gestattet. So lange sich das Feuer noch nicht recht verbreitet hat, bleiben die beiden Reihen von Zuglöchern offen, werden dann aber in dem Verhältniß, als die Verkohlung schneller oder langsamer vor sich gehen soll, mit gut passenden Stöpseln verschlossen. Das schnellere oder langsamere Fortschreiten der Verkohlung ist zum Theil von dem größeren oder geringeren Trockenheits-

zustande des Ofens abhängig. Eine raschere Verkohlung vermindert das Kohlenausbringen, auch leidet der Ofen dabei mehr, als bei einer langsameren Verkohlung. Risse in den Umfassungswänden oder im Gewölbe des Ofens müssen mit großer Sorgfalt wieder verschlossen werden. Ist das Holz völlig verkohlt, so müssen alle Zugöffnungen ganz vollständig verschlossen und verschmiert werden und man läßt den Ofen dann etwa 14 Tage zur Abkühlung stehen. Diese läßt sich zwar beschleunigen, wenn man durch Oeffnungen im Gewölbe des Ofens von Zeit zu Zeit etwas Wasser in den Ofen sprützt; allein man muß dabei sehr sorgfältig verfahren, damit der Ofen nicht leidet. Wird die Verkohlung nicht zu sehr beschleunigt und werden die Zugöffnungen, sobald sich dicke Dämpfe von Ther zeigen, fast ganz verschlossen; so ist das Kohlenausbringen in diesen Oefen nicht geringer, als bei der Verkohlung unter beweglichen Decken. Wenn der Werth der gewonnenen Nebenprodukte daher die Erbauungs- und Unterhaltungskosten des Ofens, so wie die größeren Verkohlungskosten übertrifft; so wird es vortheilhafter seyn, die Verkohlung in Oefen als in Meilern und in Haufen vorzunehmen.

Völlig nach demselben Princip, nur mit einem geringeren räumlichen Inhalt, folglich für die Verkohlung im Großen noch weniger anwendbar, ist diejenige Einrichtung der Oefen, welche Hr. de la Chabeaussiere vorgeschlagen hat (Annales des mines VII. 247). — Auch gehört hierher die Verkohlung in Gruben, welche vielleicht die älteste Methode des Verkohlens ist. In Schweden bedient man sich der Grubenverkohlung noch jetzt zur Gewinnung des Thers. Man gräbt an der Seite eines Bergabhanges eine kegelförmige Grube, mit der Spitze des Kegels nach unten gewendet. Diese Spitze endigt in eine Oeffnung, welche, vermittelst einer etwas gegen den Horizont geneigten Rinne, mit einem an der Seite angebrachten Reservoir in Verbindung steht. Die Grube

wird mit dem ziemlich zerkleinten Holz fast ganz angefüllt, dann mit Aesten und zuletzt mit Erde bedeckt, in welche Decke einige Oeffnungen gestoßen werden, um der Luft den Zutritt zu verschaffen. Man zündet das Holz oben an und läßt nicht mehr Luft hinzutreten als nothwendig ist, um das Feuer in der Grube zu unterhalten, welches sich von oben nach unten verbreiten muß. — In anderen Gegenden hat man ausgemauerte Gruben (Erdmann's Beitr. zur Kenntniß v. Rußland II. Bd. 2. S. 10) in welche das zu verkohlende Holz in horizontalen Schichten eingelegt und mit Erde bedeckt wird. An einer Seite befindet sich oben eine Oeffnung zum Anzünden des Holzes und in der Decke sind mehrere Oeffnungen zur Beförderung des Luftzuges angebracht. Bei dieser Verkohlungsart entstehen viel Brände, oder halbverkohltes Holz.

c. Verkohlungsöfen ohne Luftzutritt, durch Erhitzung des Holzes mittelst glühender eiserner Röhren. Diese Verkohlungsart soll die Vortheile der unter a. erwähnten Verkohlungsöfen gewähren, nämlich den Zutritt der äußern Luft ganz entbehrlich machen, ohne mit jenen Oefen den Nachtheil zu theilen, die Verkohlung des Holzes durch die erhitzten Ofenwände zu bewirken. Die Erhitzung soll nämlich durch glühende eiserne Röhren statt finden, welche in dem innern Raum des Ofens selbst angebracht sind, und außerhalb des Ofens mit einer Feuerungsvorrichtung in Verbindung stehen. Es ist wohl möglich, daß auf diese Weise etwas an Brennmaterial erspart wird, weil die durch den Ofen geführten eisernen Leitungsröhren sich mit einer geringeren Menge von Brennmaterial in Glühhitze bringen lassen, als die Umfassungswände des Ofens. Auch wird man dabei Oefen von einem größeren räumlichen Inhalt anwenden können, weil man die Röhren nach den verschiedensten Punkten des Ofens hinführen kann, also nicht befürchten darf, daß das Holz in der Mitte des Ofens unverkohlt bleibt; allein die Ersparung an

Brennmaterial dürfte doch nicht sehr bedeutend seyn, weil eine große Menge von erhitzter Luft noch aus den Heizröhren entweicht. Die Oefen können übrigens ganz so konstruirt seyn, wie diejenigen, in welchen das Holz durch Registeröffnungen verkohlt wird, nur müssen im Verhältniß der Größe des Ofens die eisernen Feuerkanäle vervielfacht werden. Alle diese Kanäle oder Röhren können sich zuletzt in einem einzigen Rohr vereinigen, welches zum Abziehen des Rauches von der zur Erhitzung der Feuerkanäle benutzten Flamme dient. Auch können alle Röhren oder Feuerkanäle eine gemeinschaftliche Feuerung erhalten. Die Dämpfe von der Destillation des Holzes ziehen in gewöhnlicher Art aus einer in der Ofenwand befindlichen Oeffnung ab, welche vermittelst einer eisernen Röhre mit den Condensirungsvorrichtungen in Verbindung steht. Die Röhren oder Feuerkanäle sind also nichts weiter als die Essen, aus welchen die Flamme, die glühende Luft und der Rauch aus der Heizvorrichtung abziehen, wodurch sie bis zum Glühendwerden erhitzt werden, und die Gluth dem im Ofen befindlichen Holz mittheilen, welches dadurch verkohlt wird. — Dies Verkohlungsverfahren ist bis jetzt noch wenig angewendet worden, obgleich es wenigstens nicht unvortheilhafter ist, als die Verkohlung in den unter a. beschriebenen Oefen.

d. Verkohlungsöfen durch zersetzte glühende Luft. Hr. Schwartz machte die sehr richtige Bemerkung, daß es nicht erst nöthig sey, die beim Verbrennen sich entwickelnden glühenden Gasarten durch eiserne Röhren zu leiten und diese bis zum Glühen zu erhitzen, damit sie die Hitze wieder an das zu verkohlende Holz absetzen können; sondern daß das glühende Gas, oder die Flamme, ganz unmittelbar in den Verkohlungsofen geführt werden könne, weil das glühende Gas zwar die Hitze an das zu verkohlende Holz abgeben, aber nicht zum Verbrennen desselben Anlaß geben werde, indem es kein unzersetztes Sauerstoffgas mehr enthalte. Er

gründete darauf ein neues Verkohlungsverfahren, welches sich von der unter c. erwähnten Methode vortheilhaft dadurch unterscheidet, daß man der kostbaren Anschaffung der eisernen Leitungsröhren nicht bedarf, und daß die Erhitzung des zu verkohlenden Holzes unmittelbar, und nicht mittelbar, durch die Flamme des zum Heizen bestimmten Brennmaterials geschieht, wodurch offenbar bedeutend an Brennmaterial erspart werden muß. Die Gestalt und Größe des, nach der Angabe des Hrn. Schwartz, zu Brefvenshütte in Nerike erbauten Verkohlungsofens, ergeben sich aus den Zeichnungen Fig. 329 bis 334. wo Fig. 329. die obere Ansicht des Ofens, Fig. 330. die Seitenansicht nach A B des Grundrisses, Fig. 331. den Durchschnitt nach C D des Grundrisses, Fig. 332. den Durchschnitt nach E F, Fig. 333. nach G H, und Fig. 334. nach I K des Grundrisses darstellen. Es ist in diesen Zeichnungen: a, der eigentliche Verkohlungsraum. b sind die Oeffnungen zum Einsetzen des Holzes und zum Ausziehen des Kohlen, welche während der Verkohlung vermauert und mit eisernen Thüren verschlossen sind. c c sind die Feuerungsstätte d d Oeffnungen, durch welche die beim Verkohlen sich entwickelnden Dämpfe abziehen und aus denen auch der schon verdichtete Ther ausfließt. e e sind knieförmig gebogene Röhren zum weiteren Abfluß des Thers, welche zugleich den Luftzutritt zu dem Ofen durch die Oeffnungen d verhüten, indem sie stets mit Flüssigkeit gesperrt sind. f, f Gefäße, in welchen sich der Ther sammelt und aus denen er von Zeit zu Zeit ausgeschöpft wird. g g Röhren, durch welche der Rauch und die Dämpfe, um sich zu verdichten, und zuletzt aus dem Schornstein oder aus der Esse abzuziehen, fortgeleitet werden. h h hölzerne Gefäße, oder Bütten, in welchen sich die Dämpfe zu Holzsäure und zu Theröl verdichten. i, Schornstein oder Esse, woraus der Rauch und die Dämpfe, die sich in h nicht verdichtet haben, abziehen. k, eine kleine Oeffnung in der Esse, in wel-

cher beim Beginnen der Arbeit etwas Feuer angemacht wird, um den Zug zum Schornstein zu bewirken. — Bei diesen Oefen sind die beiden langen Seitenwände senkrecht in die Höhe geführt und schließen sich an dem Gewölbe an, welches die beiden kurzen Seitenwände mit einander verbindet. Die Sohle des Ofens hat eine schwache Neigung nach der Mitte, um den Abfluß der schon im Ofen sich verdichtenden Flüssigkeiten, besonders des Thers, durch die dort befindlichen eisernen Röhren, zu befördern. Der Ofen ist mit zwei Feuerstätten versehen, die einander gegenüber liegen und unter einem rechten Winkel gebrochen sind, wodurch eine Art von Brücke gebildet wird, über welche die Flamme und die glühenden Dämpfe fortstreichen müssen, damit die in den Feuerungsstätten vielleicht noch nicht vollständig zersetzte atmosphärische Luft ganz zerlegt wird, und das zu verkohlende Holz im Ofen nicht angreift. Sobald das zu verkohlende Holz eingesetzt ist, wird das Feuer auf der Feuerungsstätte ununterbrochen unterhalten. Mauern und Gewölbe des Ofens müssen, wie sich von selbst versteht, durchaus keine Risse und Spalten haben, auch darf zur Mauerung kein Kalkmörtel angewendet werden, weil dieser durch die sauren Dämpfe angegriffen werden würde. Beim Einsetzen des Holzes werden auf der Sohle des Ofens vier Reihen von Reisigbündeln von etwa 6 Zoll Durchmesser, neben einander ausgebreitet, und über denselben wird dann das Holz schichtenweise, von unten bis oben an das Gewölbe, möglichst dicht eingelegt. Zu den untersten Schichten muß man die schwächsten Holzscheite nehmen, um keine Brände zu erhalten, weil die Hitze unten am schwächsten ist. Vor jeder Feuerstätte wird ein Raum von einigen Kubikfußen ausgespart, um den Zug zu verstärken. In der Zeichnung sind zwar auf jeder Seite zwei Feuerungsstätten dargestellt; es scheint aber nach den Versuchen zu Brefven, daß eine Feuerstätte auf jeder Seite schon völlig zureicht. Mit der Feuerung

wird so lange fortgefahren, bis der Rauch eine helle blaue Farbe annimmt. Dann findet auch kein Abfluß von Ther und Holzessig aus der Knieröhre e weiter statt. Die Feuerstätten werden dann augenblicklich und völlig luftdicht zugemauert. Bis dahin müssen sie aber immer angefeuert bleiben, um den Zutritt der atmosphärischen Luft abzuhalten. Nach einigen Tagen gießt man einige Kannen Wasser durch die oben im Gewölbe befindlichen und mit gut passenden Deckeln versehenen Oeffnungen, in den Ofen, verschließt die Oeffnungen wieder, und wartet dann noch 3 — 4 Tage, worauf man die untere, zum Eintragen des Holzes bestimmte Oeffnung, oberwärts aufmacht und abermals einige Kannen Wasser in den Ofen gießt, um die Kohlen abzulöschen. Der Ofen wird dann wieder ganz verschlossen und bleibt so lange ruhig stehen, bis sich die Knieröhren kalt anfühlen lassen. Alsdann kann zum Kohlenausziehen geschritten werden. — Die bis jetzt mit diesem Ofen in Schweden angestellten Versuche scheinen jedoch nicht günstigere Resultate als das Verkohlen des Holzes unter beweglichen Decken gegeben zu haben, und in der That ist die starke Hitzentwickelung, bei der Anwendung von großen Verkohlungsöfen, sehr häufig Veranlassung zu Sprüngen und Rissen in den Umfassungswänden, wodurch die Luft ungleich weniger vollständig, als unter Decken von Erde und von Kohlenlösche, abgehalten werden kann.

Von dem Torf und von der Torfkohle.

Die Wirkungen des Torfes, als Brennmaterial, hängen theils von der Beschaffenheit und von der Menge seiner fremdartigen Beimengungen ab, theils von dem Lockerheitszustande der Pflanzenfaser, aus welcher der Torf besteht, theils von dem Grade der Veränderung, welche die lebende Pflanze bei ihrem Uebergange in Torf erlitten hat. Gewöhnlich ist der Torf mehr oder weniger mit dem Boden verunreinigt, auf

welchem die Pflanzen gewachsen sind, welche das Material zu dem Torfe lieferten. Schon aus dieser rein mechanischen Zusammenhäufung wird es einleuchtend, daß die Brennbarkeit des Torfes und seine Wirksamkeit beim Verbrennen ungemein verschieden seyn müssen. Mancher Torf ist mechanisch mit Erden, mit Schwefeleisen, mit oxydirtem Eisen, mit Eisenoxydsilicat, mit basisch phosphorsaurem Eisenoxyd u. s. f. so innig gemengt, daß eine Absonderung dieser fremdartigen Substanzen ganz unmöglich ist, ohne die mechanische Zusammenfügung des Torfes selbst, oder der vegetabilischen Reste, deren Gewebe den Torf bildet, zu zerstöhren. Es giebt Torfarten, die so viel Schwefelkies enthalten, daß sie mit Vortheil auf Eisenvitriol benutzt und oft als sehr reiche Vitriolerze betrachtet werden können. Andere Torfarten bestehen bloß aus dem reinen Pflanzengewebe, und geben daher beim Verbrennen nur so viel Asche, als der Aschengehalt der Pflanzen selbst beträgt. Diese Verschiedenheit des Erdengehaltes, sowohl der Beschaffenheit als der Menge nach, hat auf die Brennbarkeit und auf die Wirksamkeit des Torfes einen großen Einfluß. Je reiner der Torf ist, oder je mehr er bloß aus Pflanzenfaser besteht, desto leichter verbrennt er, und desto mehr Hitze kann er beim Verbrennen entwickeln. Außer diesem veränderlichen Aschengehalt, zeigt sich die Verschiedenheit im Verhalten der Torfarten, durch ihre größere oder geringere Lockerheit in der mechanischen Zusammenhäufung der Pflanzenfasern. Einiger Torf ist außerordentlich locker und enthält daher in einerlei Volum viel weniger Brennstoff, als ein anderer, der ebenfalls aus reinen Pflanzenfasern besteht, die aber so dicht neben einander liegen, daß solcher Torf, in seinen Wirkungen beim Verbrennen, denen der leichteren Holzarten, bei gleichem Volum, vorzuziehen ist. Diese beiden Verschiedenheiten, nämlich die größere oder geringere Reinheit der Pflanzenfaser von beigemengten Erden, und die größere oder geringere Dichtig-

keit, mit welcher die Pflanzenfasern an einander gehäuft sind, haben Veranlassung gegeben, den Torf in Pechtorf, in Streich- oder Moortorf, in Papier- oder Blättertorf, und in Rasen- oder Wurzeltorf einzutheilen. Ein wissenschaftlicher Grund zu dieser Eintheilung ist indeß so wenig vorhanden, daß man den Namen des Torfes sehr häufig von seinem Geburtsorte entlehnt, und daß sich keine genauen Kennzeichen angeben lassen, aus welchen der Unterschied dieser verschiedenen Torfarten so deutlich hervorginge, daß keine Verwechselung statt finden kann. Das eigentliche Anhalten zur Beurtheilung der Güte des Torfes, geben die beim Verbrennen desselben sich darbietenden Erscheinungen. Je leichter der Torf anbrennt, und je länger er, mit Hinterlassung der wenigsten Asche, fortbrennt, für desto besser ist er zu halten. Wenn daher von der Wirksamkeit des Torfes überhaupt und von seiner Anwendbarkeit zu metallurgischen Prozessen die Rede ist; so kann sich ein solches Urtheil immer nur auf einen speciellen Fall beziehen und hat keine allgemeine Gültigkeit. Je mehr der Torf mit Erden verunreinigt ist, desto geringere Wirksamkeit wird er beim Verbrennen äußern; und je leichter der reine Torf ist, desto weniger läßt sich von seiner Erhitzungsfähigkeit erwarten. Die sehr verschiedenen Urtheile über die Wirkungen des Torfes im Vergleich mit der des Holzes, lassen sich hieraus leicht erklären, und deshalb müßten jedesmal das specifische Gewicht, oder das Gewicht des in der Siedhitze des Wassers gehörig ausgetrockneten und vollkommen trocknen Torfes bei einem gewissen Volum, und die Menge von Asche bekannt seyn, welche beim Verbrennen zurückbleibt, wenn eine Vergleichung der mit verschiedenen Torfarten gemachten Versuche statt finden soll. Eine große Menge von mechanisch beigemengter Erde, ist nicht bloß deshalb nachtheilig, weil die Erde den Raum des Brennmaterials einnimmt, folglich in gleichen Räumen so viel weniger Brennstoff zuläßt; sondern weil sie das Verbrennen selbst

erschwert und weil die viele Asche den Zutritt der Luft abhält. Je leichter der Torf ist, und je mehr Asche er zugleich beim Verbrennen zurückläßt, für desto schlechter muß er gehalten werden. Mancher Torf wird durch den großen Erdengehalt ganz unbrauchbar und kann dadurch eine Ausnahme von der allgemeinen Regel machen, daß der specifisch schwerere auch der wirksamere Torf ist, indem er sein größeres specifisches Gewicht nicht der größeren Dichtigkeit der mehr zusammengepreßten und dadurch in einen kleineren Raum koncentrirten Pflanzenfaser, sondern der erdigen Beimengung zu verdanken hat. Man hat den an sich zwar reinen, aber sehr lockeren und deshalb wenig Hitze entwickelnden, auch zur Verkohlung, wegen der großen Lockerheit der Pflanzenfasern, nicht geeigneten Torf, dadurch zu verbessern gesucht, daß man ihn, durch Anwendung äußerer Kraft, in einen kleineren Raum zusammendrückte. Durch die Anwendung einer kräftig wirkenden hydraulischen Presse, gelingt es wirklich, einen solchen lockeren Torf für Flammenfeuerungen bedeutend wirksamer zu machen; auch erhält man durch das Verkohlen eines gepreßten reinen Torfes eine recht dichte und feste Kohle; aber diese Kohle hat einen so lockeren Zusammenhang, daß sie oft schon von selbst auseinander fällt, niemals aber einige Belastung verträgt, ohne sogleich zu zerfallen. Eine solche Torfkohle würde daher wegen des leichten Zerkleinerns, zur Anwendung in Schachtöfen ganz unbrauchbar seyn, selbst wenn sie gar keine fremdartige Beimengung enthielte und aus ganz reiner Kohle bestände.

Zu den Flammenfeuerungen kann man sich des reinen Torfes, bei allen metallurgischen Operationen mit dem besten Erfolge bedienen. Hr. Wagner (v. Moll, Ephemeriden I. 47) schließt aus seinen Erfahrungen, daß man zu Flammenfeuerungen (zu Blechglühöfen) etwas mehr als noch einmal so viel trocknen Torf als Holz, dem Volum nach, be-

dürfe, um mit beiden Brennmaterialien gleiche Wirkungen hervorzubringen. Auch beim Umschmelzen des Roheisens in Flammenöfen und beim Verfrischen des Roheisens in Oefen, ist trockner Torf sehr anwendbar, wenn die Brennräume der Beschaffenheit des Torfes angemessen vergrößert werden. Die Anwendung bei den Porzellanöfen, bei den Glashütten und bei den Treiböfen beweiset es, daß guter Torf ein gutes Material zu Flammenfeuern ist; indeß müssen örtliche Verhältnisse und ökonomische Rücksichten entscheiden, ob Torf dem Holze vorzuziehen ist. Die Wirksamkeit des Torfes ist von der Beschaffenheit seiner Lagerstätte so sehr abhängig, daß sich gar kein allgemeines Verhältniß über die Wirkung des Torfes zum Holz ausmitteln läßt. Nach mehr als bei dem Holze, ist es aber bei der Anwendung des Torfes nothwendig, denselben vor dem Gebrauch stark abzutrocknen, wenn man hohe Hitzgrade hervorbringen will.

Die Herren Mushet, Thomson, Bucholz, Lampadius und Andere, haben Untersuchungen über den Kohlegehalt verschiedener Torfarten angestellt. Die von Mushet untersuchten Torfarten gaben bei der trocknen Destillation 15,1 — 25,2 Procent Kohle, 72,6 — 72,8 flüchtige Theile die bei der Verkohlung verloren gingen, und 2,2 — 12,1 Procent Asche. Weil der ganze Aschengehalt des Torfes, beim Verkohlen desselben, mit der Kohle vereinigt bleibt; so würden die Torfkohlen, nach Verschiedenheit des Torfes woraus sie dargestellt wurden, einen von 8 bis zu 44 Procent abweichenden Aschengehalt haben. Der von Thomson untersuchte Torf gab 24 Procent Kohle, 1,7 Procent Asche und 75 Procent flüchtige Theile; die Torfkohle enthielt also 6,5 Procent Asche. Die von Bucholz analysirten vier Torfarten gaben 25,5 Kohle, 21,5 Asche und 54 Procent flüchtige Theile; ferner 19 Kohle, 23 Asche und 58 flüchtige Theile; 16,5 Kohle, 30,5 Asche und 53 flüchtige Theile, und endlich 17 Kohle, 30 Asche und

53 flüchtige Theile. Die Torfkohlen mußten also 45,5, 54,75, 65 und 64 Procent Asche enthalten. Die von Hrn. Lampadius (Erdmann's Journ. I. 250) untersuchten Torfarten waren zum größten Theil ungleich reiner von beigemengter Erde, denn der Aschengehalt des Torfes rührt, bis auf wenige Procente, ganz allein von der mechanischen Verunreinigung des Torfes mit Erden her, die durchaus nicht in der Pflanzenfaser vorhanden waren. Es giebt Torf, der kaum 1 Procent Asche beim Verbrennen hinterläßt und welcher beim langsamen Verkohlen 26 bis 28, beim schnellen Verkohlen nur 13—17 Procent Kohle ausgiebt; so daß sich bei dem Torf ganz dieselben Verhältnisse wieder finden, deren schon oben bei der noch lebenden Pflanzenfaser gedacht worden ist. Eine solche Torfkohle muß, in Rücksicht ihrer Reinheit, der Holzkohle ganz gleich gehalten werden, auch wird sie in manchen Fällen die Holzkohle vollkommen ersetzen können. Je größer das Kohlenausbringen ist, welches man bei einer langsamen trocknen Destillation aus dem Torf erhält, desto mehr läßt sich eine Verunreinigung der ursprünglichen Pflanzenfaser mit beigemengten Erden befürchten. Es sind wenig Torfarten, die von einer solchen mechanischen Verunreinigung ganz frei wären. Dagegen beträgt diese Verunreinigung nicht selten 10, 15, 20 und mehr Procente, wodurch die Anwendbarkeit der Torfkohle in den Schachtöfen um so weniger zu erwarten ist, als diese Beimengungen fast immer aus Thonerde mit etwas Kieselerde bestehen, so daß eine höchst strengflüssige Asche gebildet wird. Die eigentliche Torfasche von solchen Torfarten, die fast rein von fremdartigen Beimengungen sind, enthält fast dieselben Bestandtheile wie die Holzasche, nämlich eine überwiegende Menge von kohlensaurer Kalkerde, ferner etwas Schwefelsäure, Phosphorsäure, Chlor, Kieselerde und Eisenoxyd. Thonerde, die in der Holzasche fast niemals vorhanden ist, wird zwar in der Torfasche gefunden, indeß kann dieser

Gehalt auch von einer mechanischen Verunreinigung der Torfmasse herrühren. Der wesentliche Unterschied der Torfasche von der Holzasche besteht darin, daß die erstere keine alkalischen Salze enthält, welche vielleicht durch das Wasser ausgelaugt worden sind, das bei der Umwandlung der lebenden Pflanzenfaser in Torf sehr wirksam gewesen zu seyn scheint.

Der größtentheils sehr bedeutende Aschengehalt des Torfes und der Torfkohle, der sehr aufgelockerte Zustand der mehrsten Torfkohle und deren geringere Festigkeit, machen dies Brennmaterial zu allen metallurgischen Anwendungen in Schachtöfen wenig empfehlenswerth. Roher, nicht verkohlter Torf, entzieht dem Ofen eine beträchtliche Menge Hitze, weil bei der Verkohlung eine große Wärmequantität gebunden wird. Roher Torf wird in Schachtöfen also aus denselben Gründen unanwendbar seyn, aus welchen die Verkohlung des Holzes im Schachtofen unzweckmäßig ist. Ein besserer Erfolg läßt sich von der Torfkohle erwarten und es fehlt nicht an Erfahrungen, welche die Anwendbarkeit der Torfkohle bei den Schachtöfen außer Zweifel setzen. Diese Anwendbarkeit kann sich indeß nur auf sehr niedrige Schachtöfen erstrecken, indem bei höheren Schichten die Torfkohle zerdrückt wird und dem Winde den Durchgang erschwert. Vorzüglich aus diesem Grunde bleibt die Torfkohle, wenn sie auch sehr wenig Asche enthält, immer ein sehr mangelhafter Stellvertreter der Holzkohle und der Kohle aus Steinkohlen, und der günstige Erfolg, den man bei der Anwendung der Torfkohle bei Schachtöfen erhalten hat, läßt sich nur dadurch erklären, daß die Versuche unter Umständen angestellt wurden, welche dem Gange der Arbeit vorzüglich günstig waren, so wie dadurch, daß die Versuche immer nur eine kurze Zeit lang fortgesetzt wurden. Dagegen ist aber eine reine Torfkohle in offenen Glüh- und Schweißfeuern ein ganz vortreffliches Brennmaterial, welches die Holz-

kohle ganz vollkommen ersetzt, oft sogar übertrifft und daher allgemein empfohlen zu werden verdient.

Bei der Verkohlung giebt der Torf zwar dieselben Produkte wie das Holz, aber weniger Säure und bedeutend weniger Oel, dagegen aber fast beständig Ammoniak. Man verkohlt den Torf ebenfalls entweder in Meilern, in Gruben, oder in Oefen. Auch bei dem Torf hat man die Ofenverkohlung sehr in Schutz genommen, obgleich es nicht erwiesen ist, daß dadurch das Kohlenausbringen vermehrt wird. Wohl aber veranlaßt die Verkohlung in Oefen größere Kosten als die Meilerverkohlung, sowohl wegen der Unterhaltung der Oefen, als wegen der mehreren Arbeit, welche mit der Anwendung der Oefen jederzeit verbunden ist.

Dem zur Verkohlung bestimmten Torf giebt man gerne etwas größere Dimensionen als der zur Flammenfeuerung bestimmte Torf erhält. Auch muß der zu verkohlende Torf vollkommen ausgetrocknet und ganz lufttrocken seyn. Die Meiler werden eben so wie die Holzmeiler gerichtet und behandelt; man macht sie aber kleiner und setzt etwa 5 — 6000 Stück Torf ein (von 15 Zoll Länge, 6 Zoll Breite und 5 — 6 Zoll Höhe das Stück), so daß ein Torfmeiler höchstens 1500 Kubikfuß räumlichen Inhalt hat. Unten an den Quandel wird Kiehn, oder recht trocknes Holz gebracht, um den Meiler recht schnell in Brand zu setzen. Wenn die Meilerstätte bereitet und die Quandelstange aufgerichtet ist, wird der Torf in concentrischen Kreisen rund um die Stange, auf dem Kopf stehend und gegen die Quandelstange etwas geneigt, aufgesetzt, wobei aber nach vier Weltgegenden auf der Meilerstätte Züge (Zündgassen, die nicht bloß zum Anzünden, sondern auch zur Direktion des Feuers dienen) bleiben müssen, welche so groß sind, daß ein Stück Torf füglich hineingesteckt werden kann. Ueber der ersten Torfschicht wird die zweite, über der zweiten die dritte u. s. f. errichtet. Um die

Torfreihen recht concentrisch zu erhalten, bindet man oben an dem Quandel eine Schnur und schreibt mit dieser jedesmal die Kreise vor. Man setzt die Meiler so steil, als die Beschaffenheit der Decken es zuläßt. Nach dem Richten wird der Meiler mit Rasen, Moos u. s. f. bedeckt und dann erhält er die zweite Decke von Erde oder von zerkleinerter Torfkohle, wenn diese zu erhalten ist. Oben am Quandelpfahl bleibt eine Oeffnung von etwa einem Fuß im Durchmesser, welche gar keine Decke erhält. Alsdann wird der Meiler durch eine von den Zündgassen angezündet. Die nach den Wetterseiten gerichteten Züge werden geschlossen, die entgegengesetzten hingegen mehr oder weniger geöffnet, und die Spitze der Haube wird so lange unbedeckt gelassen, bis das Feuer oben herausschlägt, worauf die Decken gegeben, und oben in der Haube Oeffnungen gestoßen werden, deren Anzahl und Stellung in der Meilerdecke sich nach der Stärke und Richtung des Windes richten. Die Beschaffenheit des Rauchs aus diesen Oeffnungen, so wie der größere oder geringere Widerstand, den die Torfstücken beim Durchstechen der Decke vermittelst eines eisernen Spießes leisten; geben das Zeichen, ob die Kohlen gaar sind oder nicht. Im ersten Fall werden die oberen Oeffnungen geschlossen und einen Fuß tiefer neue gestoßen, bis man endlich durch solche concentrische Reihen von Oeffnungen bis zum Fuße des Meilers gelangt, der dann gaar gebrannt ist. Obgleich der Torf immer einen etwas stärkeren Luftzutritt erfordert, als das Holz, weil er weniger brennbar ist, so erfordern die verschiedenen Torfarten doch eine sehr verschiedene Behandlung beim Verkohlen, indem einige mit eben der Sorgfalt wie das Holz behandelt werden müssen. Das Abputzen und Abkühlen des Meilers, so wie das Kohlenziehen, sind Arbeiten die in derselben Art wie bei der Verkohlung des Holzes in Meilern ausgeführt werden. Bei einem guten Gange der Arbeit kann

man auf ein Ausbringen von 35 bis 40 Procent Kohle aus dem Torf (dem Volum nach) rechnen.

Soll der Torf in Gruben verkohlt werden, so gräbt man ein rundes Loch von 3 Fuß im Durchmesser und 3 Fuß tief in die Erde, legt dieses mit Torf dergestalt aus, daß die Mitte oder die Axe des cylindrischen Loches leer bleibt und einen kleinen Schacht von 4 — 6 Zoll im Durchmesser bildet. Das Loch wird auf diese Art ganz gehäuft vollgefüllt und der Torf durch den Schacht unten auf der Sohle (woselbst einige feuerfangende Materialien liegen müssen) in Brand gesteckt. Wenn der Torf etwa 4 Stunden im Feuer gewesen ist, so pflegt die Flamme oben schon durchzubrechen, so wie sich auch die über der Erde liegenden Torfstücken zu senken anfangen. Dies ist ein Zeichen der nahenden Gaare, weshalb man die Grube mit Rasen bedeckt und diesen nach einiger Zeit mit Erde bewirft, um das Feuer zu ersticken. Nach 24 Stunden pflegt dasselbe schon ganz erloschen zu seyn; indeß läßt sich der Torf auf diese Art nicht vollständig verkohlen, sondern es bleiben oft an einigen Stellen noch Brände zurück, während an anderen schon ein vollständiges Verbrennen oder Veraschen statt gefunden haben kann.

Zum Verkohlen des Torfes in Oefen, in denen der Torf von außen erhitzt wird, bedient man sich entweder eiserner Oefen, oder man bewirkt die Verkohlung auch in gemauerten Oefen. Die eisernen Oefen sind, wie bei der Verkohlung des Holzes, entweder Cylinder oder eiserne Kasten. Die Gewinnung der Nebenprodukte entschädigt, bei der Verkohlung des Torfes, noch weniger als bei der des Holzes, für die Kosten der Anlage, des zur äußern Erhitzung erforderlichen Brennmaterials und der größern Arbeitslöhne bei dem Füllen und Leeren der Oefen. Deshalb ist diese Verkohlungsart ökonomisch unvortheilhaft. — Man will sich indeß zu Crouy bei Meaux (Ann. des mines. Deux: serie. V. 223) sehr gut bei der Ver-

kohlung des Torfes in gemauerten Oefen stehen, welche ungefähr nach demselben Princip wie die Theeröfen eingerichtet sind. Die Zeichnung Fig. 335. stellt diesen Verkohlungsofen dar. Er besteht aus dem eigentlichen cylindrischen Verkohlungsraum l, dessen Umfassungswände durch den Raum a erhitzt werden. Dieser Raum ist, wie die Zeichnung zeigt, durch einen Ziegelverband in drei Etagen abgetheilt. Die Flamme wird aus der untern in die zweite und aus dieser in die dritte Etage geleitet, indem sich in jedem ringförmigen Ziegelverbande verschiedene Oeffnungen befinden, durch welche die Flamme einen Abzug erhält. Unten steht dieser Raum vermittelst 6 Oeffnungen mit dem eigentlichen Feuerungsraum d d in Verbindung, welcher die Umfassungswand des Verkohlungsofens kreisförmig umgiebt. Der Raum f f, welcher ebenfalls rund um den Ofen geführt ist, hat keinen anderen Zweck als die Ableitung der Wärme zu erschweren, indem die Luft als ein schlechter Wärmeleiter, die Hitze von der äußeren Mauer des Ofens abhalten soll. Der zu verkohlende Torf wird oben durch die mit einen gut schließenden Deckel versehene Oeffnung o eingetragen. Dieser Deckel ist von Eisen und wird noch mit Asche oder mit Sand bedeckt, um vollkommen zu schließen. Der Glühraum a mündet oberhalb der Oeffnung o aus und ist auf dieser Ausmündung ebenfalls mit einem beweglichen eisernen Deckel i versehen, in welchem sich nur eine kleine Oeffnung zum Ausströmen des Gases befindet, welches in dem Heitzraum d entwickelt wird. Die Sohle des Ofens besteht aus einem gegossenen eisernen Schieber h, welcher vermittelst des Handgriffes p hin und her gerückt werden kann. Nach beendigter Verkohlung zieht man ihn zurück, wodurch sich der ganze Ofen ausleert, indem die erzeugte Torfkohle in das Gewölbe e unter den Ofen hinabfällt. Während der Verkohlung sind die Einsatz- und die Auszugöffnungen vollkommen verschlossen. Die flüchtigen Produkte von der

Destillation werden durch die eiserne Röhre m abgeführt und zu der Condensirungsvorrichtung geleitet. Die Gasarten, welche sich nicht verdichten lassen, können in gewöhnlicher Art zu der Feuerungsstätte d zurück geleitet und dort verbrannt werden, wodurch ein Theil des Brennmaterials erspart wird. — Eiserne Oefen, welche man früher zu Crouy anwendete, wurden durch die Einwirkung der sauren Dämpfe auf das Eisen zu schnell zerstöhrt. Deshalb wird der eiserne Schieber h auch jedesmal vor dem neuen Füllen des Ofens mit einer Schicht von Torfkohlenstaub bedeckt, welcher zugleich als Verdichtungsmittel zur Abhaltung der Luft dient, die allenfalls durch den Schlitz, in welchem der Schieber bewegt wird, hinzutreten könnte. Die ökonomischen Vortheile dieser Verkohlungsmethode sind ganz von örtlichen Verhältnissen abhängig. Der Ofen ist indeß sehr gut construirt und würde mit Erfolg statt der gewöhnlichen Theeröfen angewendet werden können.

Man verkohlt aber den Torf auch in Oefen, zu welchen die atmosphärische Luft Zutritt hat, so daß man nicht des besondern Brennmaterials dazu bedarf. Diese Oefen sind, mit unbedeutenden Abweichungen, eben so eingerichtet, wie die Holzverkohlungsöfen. Man wendet nämlich entweder gemauerte Oefen mit einem Rost an, ganz in der Art wie der Ofen zur Holzverkohlung eingerichtet ist, den die Zeichnungen Fig. 314 bis 317. darstellen; oder man führt die Luft durch Registeröffnungen in den Ofen, in derselben Art wie die perspektivische Zeichnung Fig. 337. einen Ofen zur Holzverkohlung darstellt. Weil der Torf indeß einen stärkeren Luftzutritt bei der Verkohlung erfordert, so bedient man sich zum Verkohlen des Torfes lieber der runden Oefen die einen geringeren räumlichen Inhalt haben, bringt auch mehr Registeröffnungen in einer geringeren Entfernung von einander, und mehrere Reihen von solchen Oeffnungen an. Die Zeichnungen Fig. 336 A und 336 B stellen einen Torfverkoh-

lungsofen im Grundriß und im Durchschnitt dar, wie er zu Rothau im Vogesen-Departement (Ann. de mines. Deux. serie. V. 211) angewendet wird. Dieser sehr einfache Ofen ist mit einer gegossenen eisernen Platte E F bedeckt und hat unten an der Sohle noch eine Oeffnung O, welche die in der Zeichnung angedeutete Breite hat und so hoch ist, daß sie bis zur zweiten Reihe von Oeffnungen hinaufreicht. Diese Oeffnung dient zum Ausziehen der Kohlen nach beendigter Verkohlung. Während der Arbeit ist sie mit einer verlornen Mauer geschlossen. Beim Füllen des Ofens muß ein kleiner mit trocknem Holz ausgefüllter Schacht, in der Axenlinie des Ofens in die Höhe geführt werden. Rund um diesen Schacht werden die Torfstücke eingetragen. Nach erfolgter Füllung des Ofens wird das Holz in Brand gesteckt. Das Feuer theilt sich dem Torfe bald mit, und der ausgebrannte Schacht wird dann mit Torf ausgefüllt. Beim Anfange des Prozesses ist der Ofen ganz offen, die beiden oberen Reihen von Oeffnungen sind mit hölzernen Stöpseln verschlossen und nur die unterste Reihe ist geöffnet. Zeigt sich vor einer oder der anderen dieser Oeffnungen der Torf im weißglühenden Zustande, so verschließt man diese Oeffnungen mit Erde und Lehm. Nach Verlauf von 6—7 Stunden können gewöhnlich alle Oeffnungen der untersten Reihe geschlossen seyn, worauf alle Oeffnungen der zweiten Reihe geöffnet werden, wobei man in ähnlicher Art verfährt. Sind diese sämmtlich wieder geschlossen, so werden alle Oeffnungen der dritten Reihe geöffnet und nach und nach geschlossen, so wie der Torf weißglühend erscheint. Etwa nach 20 Stunden entwickelt sich kein Rauch mehr und dann ist es Zeit, die obere Oeffnnng des Ofens mit der eisernen Platte E F zu verschließen. In dieser Platte befindet sich eine Oeffnung mit einem Schieber, durch welchen man nach und nach die Oeffnung in dem Verhältniß mehr verringern kann, als sich die Hitze im Ofen vermindert,

worauf man sie endlich ganz und gar verschließt. Man läßt den Ofen in diesem Zustande 24 Stunden lang ruhig stehen, sprützt dann Wasser hinein, verschließt den Ofen abermals und bedeckt die mit dem Schieber verschlossene Oeffnung in der Platte E F mit Sand, damit aller Luftzutritt völlig abgehalten wird. Nach wiederum 24 Stunden kann die Oeffnung O aufgemacht und es können die Kohlen ausgezogen werden. Dem Volum nach erhält man 35 und dem Gewicht nach 24 Prozent Kohle aus dem eingesetzten Torf.

Von den kohligen Mineralsubstanzen überhaupt.

Die brennbaren Mineralsubstanzen, welche bei der trocknen Destillation Kohle hinterlassen, kann man unter dem Namen der kohligen Mineralsubstanzen zusammenfassen. Sie verhalten sich zu der Kohle, welche man aus ihnen erhält, wie das Holz zur Holzkohle. So wie die letztere nur den darstellbaren, nicht den wirklichen Kohlegehalt des Holzes angiebt, so entweicht auch bei der Destillation der kohligen Mineralsubstanzen ein großer Theil des Kohlegehaltes in den flüchtigen Produkten. Ob ein brennbarer Körper bei der Destillation mehr oder weniger Kohle zurückläßt, ist ganz von dem Verhältniß des Kohlenstoffs zu den übrigen Bestandtheilen, so wie von dem Verhältniß dieser Bestandtheile unter sich abhängig. Eben so wie die flüchtigen Produkte der Destillation, ist auch die Kohle ein wirkliches Produkt des Prozesses und in den kohligen Mineralsubstanzen eben so wenig wie in dem Holze als Kohle vorhanden. Die Harze, aus denen man durch Digeriren mit Schwefelsäure 43 — 67 Prozent Kohle gewinnen kann, hinterlassen, wenn sie in verschlossenen Gefäßen in der Rothglühhitze zersetzt werden, nur 0,4 bis 4,5 Kohle. Den Kopal, der beim Digeriren mit Schwefelsäure 67 Procent Kohle hinterläßt, würde man wegen dieses großen Kohlegehaltes ebenfalls zu den kohligen brennbaren Körpern

rechnen müssen, wenn dieser Gehalt auf dem gewöhnlichen Wege durch trockne Destillation darstellbar wäre. Die Benennung: kohlige Mineralsubstanz, welche einige brennbare Mineralien wegen ihrer schwarzen Farbe erhalten haben, ist daher nicht glücklich gewählt, weil sie auf eine schon wirklich vorhandene Kohle deutet, welche aber aus der Steinkohle eben sowohl als aus dem Holze erst gebildet werden muß.

Bei den kohligen Mineralsubstanzen unterscheidet man die Braunkohle, die Steinkohle, den Anthracit und den Graphit. Der Uebergang der drei ersten Gattungen ist so unmerklich, daß es häufig an einem Kennzeichen fehlt, welches keinen Zweifel an der Richtigkeit der Bestimmung übrig ließe. Der braune und der schwarze Strich, so wie die verschiedene Stärke des Glanzes, können nicht als unfehlbare Kennzeichen angesehen werden. Aber auch selbst in der chemischen Zusammensetzung stehen sich die Braunkohle und die Steinkohle, so wie die Steinkohle, der Anthracit und der Graphit so nahe, daß der Mangel an äußeren Unterscheidungsmerkmalen durch die Analyse nicht ersetzt werden kann. Alle die systematischen oryktognostischen Unterabtheilungen sind von zufälligen und ganz außerwesentlichen äußeren Gestalten hergenommen. Wesentlich kann nur der Unterschied zwischen Braun- und Steinkohle genannt werden, weil ihm das geognostische Verhalten beider Substanzen zum Grunde liegt, indem alle Braunkohlen jünger, und alle Steinkohlen älter, oder wenigstens so alt sind, wie die Kreideformation. Dieser Unterschied ist jedoch nur geognostisch; ein physikalischer und ein chemischer lassen sich in vielen Fällen gar nicht angeben. Man kann die Braun- und Steinkohlen als Pflanzenfasern betrachten, die durch eine Art von Gährungsprozeß eine Entmischung und eine dadurch bewirkte Mischungsveränderung in ihrer ursprünglichen Zusammensetzung erlitten haben. Es ist jetzt nicht mehr zu bezweifeln, daß diese kohligen Mineralsubstanzen einst Pflanzen ge-

wesen sind, welche unter einer Erddecke begraben wurden und unter dieser Decke von Gebirgsschichten eine freiwillige Entmischung erlitten, welche in ihren Wirkungen zwar etwas von dem Erfolge des Gährungsprozesses, wie wir ihn noch heute bei den animalischen und vegetabilischen Substanzen eintreten sehen, abweicht, aber doch nur solche Abweichungen zeigt, die sich aus der Beschaffenheit des Körpers, welcher der Entmischung unterlag, so wie aus den Verhältnissen, unter welchen diese Entmischung erfolgen mußte, sehr wohl erklären lassen. In so ferne der Erfolg dieses Entmischungsprozesses auf eine größere Concentration des Kohlenstoffs, oder auf eine verhältnißmäßig stärkere Abscheidung des Sauer- und Wasserstoffes, als des Kohlenstoffes gerichtet gewesen zu seyn scheint; könnte man den Prozeß, durch welchen die Pflanzenfaser in Braun- und Steinkohle umgeändert ward, allerdings einen Verkohlungsprozeß nennen; aber es ist wohl zu bemerken, daß diese Concentrirung des Kohlenstoffes nicht immer in gleicher Art erfolgte, indem bald der Sauerstoff, bald der Wasserstoff in einem stärkeren Verhältniß abgeschieden zu seyn scheint. Die natürliche fossile Kohle also, weit entfernt eine wirkliche Kohle zu seyn, unterscheidet sich wesentlich von derjenigen kohlenartigen Substanz, die durch eine theilweise Zersetzung des Holzes in einer erhöheten Temperatur erhalten wird; auch sehr wesentlich von den kohlenartigen Substanzen, die sich aus der unveränderten, oder auch aus der schon veränderten Pflanzenfaser, durch die Einwirkung der Säuren darstellen lassen, indem die Entmischung bei diesen Prozessen immer auf ganz gleiche Weise erfolgt und nur dem Grade nach verschieden ist. Diese Erfolge beweisen aber auch zugleich, daß die fossile Kohle weder durch erhöhete Temperatur, noch durch Einwirkung eines fremden Körpers auf die von den Gebirgsschichten bedeckten Pflanzenfaser, gebildet seyn kann, sondern daß sie das Resultat einer freiwilligen Entmischung derselben gewesen

ist. Ob aber diese bei der Braunkohle einen anderen Weg genommen, als bei der Steinkohle, und ob man die Braunkohle nur als eine noch unvollendete Steinkohle betrachten darf, welche in der fernen Zukunft einmal in Steinkohle übergehen könnte, darüber sind nur Vermuthungen anzugeben. Durch die chemische Analyse scheint ein Aufschluß darüber nicht erwartet werden zu können, denn es giebt Braunkohlen, die sich in der Zusammensetzung einigen Steinkohlenarten so sehr nähern, daß es schwer seyn würde, sie von einander zu unterscheiden, wenn ihre geognostischen Lagerungsverhältnisse nicht bekannt sind. Es ist daher nicht wahrscheinlich, daß die Braunkohle sich dereinst in Steinkohle verwandeln wird, so wenig es wahrscheinlich ist, daß die Steinkohle einmal wirkliche Kohlenblende oder Graphit werden könnte, obgleich alle diese Körper unbezweifelt aus Pflanzenfasern entstanden sind, und obgleich der natürliche Entmischungsprozeß der Steinkohle wahrscheinlich eben so wenig schon jetzt abgeschlossen oder vollendet ist, wie der der Braunkohle. Kohlenblende und Graphit stellen vielleicht das Produkt dieses Prozesses in seiner höchsten Vollkommenheit dar; allein die Braunkohle und die Steinkohle, wenn auch ihre Entmischung einst vollständig erfolgt seyn wird, könnten sich doch wohl in anderen Formen zeigen, als diejenigen sind, welche die Pflanzenfaser uns in dem Anthracit und in dem Graphit der Urgebirge darbietet. Diese sind, chemisch betrachtet, reine Kohle, die wahrscheinlich keinen Sauer- und Wasserstoff mehr enthalten, sondern nur mit den Gebirgsarten, in welchen sie angetroffen werden, mehr oder weniger mechanisch verunreinigt sind. — Der natürliche Graphit unterscheidet sich von dem künstlichen durchaus nicht, obgleich sich der letztere in seinen physikalischen Eigenschaften noch mehr dem Anthracit als dem natürlichen Graphit nähert, von beiden sich aber dadurch unterscheidet, daß er von allen mechanischen Beimengungen frei ist. Die reine Holzkohle, welche

nicht minder eine reine Kohle ist, wie der Anthracit und wie der natürliche und künstliche Graphit, weicht von allen diesen Körpern sehr wesentlich durch seine größere Verbrennlichkeit ab. Wären es bloß die mechanischen Beimengungen, durch welche der Grad der Verbrennlichkeit bestimmt würde, so müßte der künstliche Graphit ein sehr leicht entzündlicher Körper seyn, weil er, wie der Diamant, ganz reine Kohle ist, statt daß der Holzkohle noch 1 und mehrere Prozente Asche beigemengt sind. Die mechanischen Beimengungen können also die große Verschiedenheit in der Entzündbarkeit des Diamant, des Anthracit, des Graphit und der reinen Holzkohle nicht begründen. Es sind daher die noch ganz unbekannten Cohärenzverhältnisse, durch welche der Grad der Entzündlichkeit der reinen Kohle bestimmt wird. Der Diamant verbrennt nur in reinem Sauerstoffgase, vermuthlich weil er die dichteste Kohle ist. Diese, von dem Lockerheitszustande der Kohle abhängige Entzündbarkeit der Kohle giebt, wenn auch die Ursache der Erscheinung nicht bekannt ist, dem Metallurgen doch einen lehrreichen Aufschluß über die Erscheinungen, welche die verschiedenen Kohlenarten beim Verbrennen darbieten, indem einige Kohlen vor dem Gebläse sehr leicht, andere sehr schwer zerstöhrt werden und eine bedeutende Verdichtung der Luft erfordern, wenn die Verbrennung erfolgen soll. Schon bei der Holzkohle zeigte sich die Abhängigkeit der Verbrennlichkeit der Kohle von dem mehr oder weniger lockeren Zustande der Pflanzenfaser, aus welcher sie dargestellt worden war. Stroh und Torf geben eine noch leichter entzündliche, aber mit geringerer Hitzentwickelung verbrennenden Kohle, als die weichen Holzarten. Die Kohle aus den letzteren läßt sich leichter entzünden, als die aus den harten Hölzern. Noch größer werden sich daher die Verschiedenheiten in der Entzündbarkeit bei den Kohlen aus Steinkohlen zeigen müssen.

Von der Braunkohle.

Bei denjenigen Braunkohlen, welche in den oryktognostischen Systemen unter dem Namen des bituminösen Holzes und der erdigen Braunkohle bekannt sind, haben sich die Pflanzenfasern zum Theil so gut erhalten, daß man noch die Art des Baumes bestimmen mögte, aus welchem sie entstanden sind. Auch Abdrücke von Blättern und Früchten dicotylodonischer Gewächse kommen häufig in den Braunkohlen vor. Aber diejenige Art der Braunkohle, welche in den Systemen Moorkohle genannt wird, unterscheidet sich kaum mehr von einigen Arten der Steinkohle; ja sie würde für solche angesehen werden, wenn ihre Lagerungsverhältnisse unbekannt sind und wenn sich nicht, wie es fast immer der Fall ist, an einzelnen Stellen des Stückes, noch deutlich die Uebergänge in bituminöses Holz erkennen ließen. Für diese Moorkohle ist daher der Gattungsname Braunkohle sehr unpassend gewählt, indem das Pulver von mehreren Steinkohlen ungleich mehr Braun in der Farbenmischung zeigt, als die zerpulverte Moorkohle. Bezeichnender würde die Benennung fossiles Holz seyn, weil sie auf die zufällige Farbenabstufung nicht Rücksicht nimmt. Fasriges fossiles Holz würde alsdann das so genannte bituminöse Holz (welches eben so wenig Bitumen als fertig gebildete Kohle enthält) und zum Theil die gemeine Braunkohle Werner's, und muschliges fossiles Holz die Moorkohle und ein Theil der gemeinen Braunkohle Werner's genannt werden können. Das fasrige fossile Holz macht, sowohl in seinem physikalischen Verhalten, als in der chemischen Zusammensetzung, einen wirklichen Uebergang in das nicht fossile Holz, oder in die lebende unveränderte Pflanzenfaser. Das muschlige fossile Holz reihet sich dagegen, sowohl in seinem physikalischen Verhalten, als in der chemischen Zusammensetzung, denjenigen Steinkohlenarten an, welche, bei dem ge-

ringsten Gehalt an Kohlenstoff, zugleich am mehrsten Sauerstoff enthalten.

Weil man schon zu verschiedenen Zeiten und an mehreren Orten versucht hat, sich der Torfkohle bei den metallurgischen Prozessen zu bedienen; so muß es auffallen, daß ähnliche Versuche mit der Kohle aus dem fossilen Holz noch nicht gemacht worden sind. Der Grund dazu liegt bei dem fasrigen fossilen Holz in dem großen Aschengehalt, welcher in der Regel darin angetroffen wird, und bei dem muschligen fossilen Holz theils darin, daß es selten rein und ohne in Begleitung des fasrigen fossilen Holzes vorkommt, theils darin, daß die Kohlen, welche beim Verkohlen des muschligen fossilen Holzes erhalten werden, immer nur kleine, nicht zusammenhängende Stücken bilden, von denen ein großer Theil als Lösche zerfallen und einen bedeutenden Abgang beim Verkohlen geben würde, der übrige Theil aber doch nicht die Größe besitzt, welche zu einem guten Erfolge bei der Anwendung in Schachtöfen erfordert wird. Dieser Erfolg steht mit der merkwürdigen Erscheinung in Verbindung, welche der Verkohlungsprozeß durch die trockne Destillation überhaupt darbietet, und welcher darin besteht, daß der verkohlte Körper in seiner Form fast keine andere Veränderung erleidet, als daß die zurück bleibende Kohle ein geringeres Volum einnimmt, als der Körper, aus welchem sie entstanden ist. In einigen besondern Fällen wird das Volum sogar noch vergrößert, aber der Zusammenhang des Körpers nach der Verkohlung niemals ganz aufgehoben. Diesem Verhalten ist es zu verdanken, daß die Kohle bei dem Verkohlungsprozeß nicht in einem staubartigen Zustande zurück bleibt. Träte ein solcher Erfolg ein, so würde man von der Kohle aus der Holzfaser kaum einen Gebrauch machen können. Nur dadurch, daß sie Zusammenhang behält, wird sie zu metallurgischen Zwecken und überhaupt zum Gebrauch beim Verbrennen anwendbar. Das fos-

sile Holz und die Steinkohle verhalten sich zwar eben so wie die unveränderte Pflanzenfaser, d. h. der Zusammenhang der Theile geht in der Kohle nicht verloren; allein es tritt ein anderer Umstand ein, welcher den Erfolg scheinbar wesentlich abändert. Das muschlige fossile Holz und die Steinkohle sind nicht gleichartige Substanzen, wie es die unveränderte und die noch wenig veränderte Pflanzenfaser (Torf, und fasriges fossiles Holz) wirklich sind, sondern der Zusammenhang der Theile ist schon in dem nicht verkohlten Körper, durch Klüfte, Risse und Spalten mehr oder weniger unterbrochen. Die Form und die Größe der bei der Verkohlung sich bildenden Kohle wird sich daher (mit Ausnahmen die später erörtert werden sollen) ganz nach der Form und Größe der einzelnen Stücken richten müssen, aus welchen die Masse des muschligen fossilen Holzes und der Steinkohle zusammengesetzt ist. Je mehr diese Masse zerklüftet ist, desto kleiner werden die Kohlen ausfallen, welche beim Verkohlen zurück bleiben. Sehr viele Steinkohlen werden nur aus diesem Grunde zum Verkohlen unbrauchbar, und aus eben diesem Grunde ist auch das muschlige fossile Holz, selbst bei einem geringen Aschengehalt, welcher die Kohlen noch nicht unbrauchbar machen würde, zum Verkohlen nicht anwendbar. Die Kohle aus dem fossilen Holz würde, was ihren Lockerheitszustand betrifft, zu metallurgischen Zwecken ungleich brauchbarer seyn, als die Kohle aus dem Torf, denn das fasrige fossile Holz giebt eine Kohle, die sich von der Kohle aus harten Holzarten wenig unterscheidet, und aus dem muschligen fossilen Holz läßt sich eine Kohle darstellen, welche von der Kohle aus vielen Steinkohlenarten nicht verschieden ist. Aber außer dem schon erwähnten Hinderniß, tritt fast beständig noch ein zweites ein, welches die Kohle aus dem fossilen Holz zur Benutzung in Schachtöfen unanwendbar macht. Das ist der große Gehalt an Asche, welcher dem fossilen Holz als

solchem zwar keinesweges eigenthümlich, aber eine Folge der mechanischen Verunreinigungen ist, welche durch die Gebirgsschichten, zwischen welchen das fossile Holz sich findet, veranlaßt wird. Man kennt zwar wirklich fossiles Holz, welches nur wenig Asche beim Verbrennen zurück läßt, und welches auch, wenn es zum fasrigen fossilen Holz gehört, zur Verkohlung sehr gut geeignet seyn würde; allein es kommt nicht in regelmäßigen und aushaltenden Ablagerungen vor, sondern begleitet von fossilem Holz, dessen Aschengehalt wieder sehr hoch steigt. Dies ist der Grund, weshalb für metallurgische Zwecke die Kohle aus der Braunkohle bis jetzt noch nicht benutzt worden ist. Im offenen Feuer, zur Erzeugung von Schweißhitze in den Schmieden u. s. f. wird die Kohle aus Braunkohle dieselben Dienste leisten wie die Torfkohle.

Dagegen läßt sich aber bei allen Flammenfeuerungen das rohe fossile Holz sehr wohl, und in vielen Fällen mit günstigerem Erfolge anwenden, als der rohe Torf. Eine Ausnahme macht nur dasjenige, welches einen sehr großen Aschengehalt hat und den Luftzug hemmt. Dies fossile Holz läßt sich als Brennmaterial in dem Fall nicht benutzen, wenn es darauf ankommt, schnell eine starke Hitze hervorzubringen, obgleich es noch sehr anwendbar seyn kann, wenn nur eine mäßige Hitze erfordert wird, folglich ein langsames Verbrennen statt finden kann. Ueber die chemische Zusammensetzung des fossilen Holzes sollen weiter unten einige Angaben folgen. Die darstellbare Kohlenmenge und deren Aschengehalt, von verschiedenen Arten von Braunkohle, ergiebt sich aus der nachstehenden Uebersicht. Die Verkohlung war in einer mittelmäßig schnell erhöheten Temperatur bewirkt worden. Es gilt übrigens von dem Aschengehalt der Braunkohlen alles, was vorhin von dem Aschengehalt des Torfes angeführt worden ist.

Aus 100 Gewichtstheilen des fossilen Holzes wurden erhalten:	Kohle	Asche	Reine Kohle, nach Abzug der Asche	Anmerkungen.
Fasriges fossiles Holz von Island .	57,5	8,8	48,7	So genannter Suturbrand.
Ein anderes Stück, eben daher . .	56,5	27,5	29	
Muschliges fossiles Holz, von Utweiler	68,2	0,9	67,3	Nördlich vom Siebengebirge.
Desgleichen, von der Roddergrube .	48,3	6,68	41,62	Aus Braunkohlengruben vom linken Rheinufer, aus dem Dürener Bergamts-Distrikt. Das muschlige fossile Holz geht in fasriges, und das fasrige in muschliges über. Von dem fasrigen fossilen Holz werden die sehr aschenreichen Stücken Bröckelkohle genannt, weil das fossile Holz, unstreitig wegen der vielen erdigen Beimengungen, einen sehr geringen Zusammenhang hat und leicht zerbröckelt. Das reine muschlige fossile Holz kommt höchst selten und immer nur als Uebergang des fasrigen in das muschlige vor.
— ; eben daher	46,4	11,9	34,5	
Fasriges fossiles Holz; eben daher . .	41,6	12,5	29,1	
— ; eben daher . . .	49,7	11,4	38,3	
— ; von der Grube Urwelt	44,3	7,2	37,2	
— ; eben daher . . .	43,9	4,6	39,3	
— ; eben daher . . .	51,3	27,05	24,25	
— ; von Friesdorf . .	28,2	1,69	26,51	
— ; eben daher . . .	48,2	14,9	33,3	
— ; eben daher . . .	46,8	7,6	39,2	
— ; von Pützchen . .	46,4	8,2	38,2	Aus Braunkohlengruben vom rechten Rheinufer, Bonn gegenüber und in der Nähe von Königswinter. Das Mineral ist nur fasriges Holz und Bröckelkohle. — Die sogenannte Blätter- oder Papierkohle von Stößchen ist höchst dünnschiefrig, leicht zerspaltbar und hat, wegen d. erhärteten Zustandes d. beigemengten Gebirgsart, einen festen Zusammenhang.
— ; eben daher . . .	44,7	4,4	40,3	
— ; eben daher . . .	51,0	17,4	33,6	
— ; von der Grube Stößchen (Blätterkohle)	29,1	14,4	14,7	
— ; von der Grube Stößchen (Blätterkohle)	40,6	28,2	12,4	
— ; von der Grube Orsberg	62,8	43,2	19,6	
— ; eben dah. (Blätterkohle)	68,4	58	10,2	

Das muschlige fossile Holz, welches sich, im äußeren Ansehen und in den Mischungsverhältnissen, der Steinkohle nähert, hinterläßt bei der trocknen Destillation ungleich mehr Kohle, als das fasrige fossile Holz. Aber auch bei dem Verkohlen des fossilen Holzes, hängen die Art und die Menge der entstehenden Produkte, von dem Grade der angewendeten Temperatur ab. Die Produkte der Destillation sind Wasser, ein eigenthümlich widrig riechendes Oel, an dessen Geruch sich das fossile Holz sogleich erkennen läßt, sehr wenig brenzliche Säure, aber viel von einer alkoholartigen Substanz, und endlich Gasarten. Das specifische Gewicht des fossilen Holzes weicht von 1,2 bis 1,29 (im lufttrocknen Zustande) ab, ohne daß diese Abweichungen immer durch den verschiedenen Aschengehalt bewirkt würden. Das muschlige fossile Holz übertrifft mehrere Steinkohlen im specifischen Gewicht und in der Menge der darstellbaren Kohle. Ein großer Aschengehalt kommt auch größtentheils nur der so genannten erdigen Braunkohle zu; allein er ist doch mehrentheils auch in dem fasrigen fossilen Holz anzutreffen. Weil dieser ganze Gehalt in die Kohle mit eingeht, so wird der Aschengehalt derselben dadurch äußerst bedeutend und übersteigt zuweilen das Verhältniß des reinen Kohlenstoffs in der durch Verkohlen des fossilen Holzes erhaltenen Kohle. Die Asche enthält, wie die Torfasche, kein Alkali; sie besteht, wenn der Aschengehalt sehr geringe ist, vorwaltend aus kohlensaurer Kalkerde. Das Verhältniß derselben zur Kiesel- und Thonerde tritt aber immer mehr zurück, je mehr der Gehalt an Asche zunimmt. Eisenoxyd, Gips und kohlensaure Bittererde werden nicht selten in der Asche des fossilen Holzes angetroffen. Das muschlige fossile Holz ist häufig sehr zerklüftet, kommt aber auch in zusammenhängend großen Stücken vor, die bei ansehnlicher Festigkeit sehr spröde sind und sich bohren, drehen, sägen und schleifen lassen. In diesem Zustande würde es ein vortreffliches Material zum

Verkohlen seyn, wenn es in großen und aushaltenden Lagern gefunden würde. Der so genannte Gagath ist, wenigstens zum Theil, muschliges bituminöses Holz.

Von der Steinkohle.

Der durch die trockne Destillation darstellbare Kohlegehalt der Steinkohle variirt von 48 Procent, — dem Minimum, welches bis jetzt erhalten worden ist, — bis zu mehreren 90 Procenten, dem Gewicht nach. Die Abweichungen sind daher bedeutend größer als bei dem darstellbaren Kohlegehalt des fossilen Holzes. Die Kohle aus der Steinkohle pflegt man Koak, und das Verkohlen der Steinkohlen Verkoaken zu nennen. Bei diesem Verkoaken zeigt sich eine auffallende Verschiedenheit in der äußern Gestalt der Koaks. Einige behalten die Form der Steinkohle ungeändert bei und es tritt nur eine Verminderung des ursprünglichen Volums ein. Bei anderen bleibt die äußere Gestalt, ohne alle Volumenveränderung; noch andere schwellen auf, dehnen sich stärker oder schwächer aus und bilden eine mehr oder weniger lockere Masse. Um dies Verhalten, worauf in vielen Fällen die Anwendbarkeit einer Steinkohle zum Verkoaken beruhet, recht deutlich zu erkennen, ist es nothwendig, die der trocknen Destillation zu unterwerfende Steinkohle in Gestalt eines ganz fein geriebenen Pulvers anzuwenden. In Ermangelung eines Destillations-Apparates, kann der Versuch in jedem Tiegel angestellt werden, den man mit einem Deckel versieht und dann vor dem Gebläse, oder auf eine andere Art in Glühhitze bringt. Die Steinkohlen der ersten Art hinterlassen die Koaks in einem staubigen pulvrigen Zustande, ohne den mindesten Zusammenhang. Bei den Kohlen der zweiten Art ist das Pulver, jedoch ohne alle Ausdehnung der Masse, und nicht selten mit einiger Volumenverminderung, zu einem Kuchen zusammen gefrittet, der zuweilen eine so große Festigkeit zeigt, daß er

nur mit Mühe zerstoßen werden kann. Bei der Kohle der dritten Art schmelzt das feine Pulver wirklich zusammen und bildet eine ganz homogene Masse, die sich nach der äußern Gestalt des Apparates formt und sich dabei mehr oder weniger, zuweilen aber in dem Grade aufbläht, daß ein zu kleiner Apparat die Masse nicht fassen kann. Eine scharfe Gränze findet dabei nicht statt, sondern man trifft häufig Uebergänge aus der ersten in die zweite, und aus dieser in die dritte Art. Das staubartige Pulver von der ersten Art gewinnt nämlich zuweilen schon einen lockern Zusammenhang, so wie die gefrittete Koakmasse von den Steinkohlen der zweiten Art in manchen Fällen schon eine Neigung zum wirklichen Schmelzen und zur Ausdehnung zeigt. Dies Verhalten der verschiedenen Steinkohlenarten hängt mit ihrer chemischen Zusammensetzung sehr genau zusammen und dient daher sehr gut zur Beurtheilung der Beschaffenheit der Steinkohlen. Es werden in der Folge die Steinkohlen der ersten Art Sandkohlen, die der zweiten Art Sinterkohlen und die der dritten Art Backkohlen genannt werden. Je nachdem eine schnelle oder eine langsame Hitze bei der Verkohlung angewendet wird, weicht die Menge der durch den Verkohlungsprozeß darstellbaren Kohle, bei den Steinkohlen eben so ab, wie wir es bei dem Holz, Torf und bei den Braunkohlen gesehen haben. Diese Differenz ist bei den Steinkohlen mit geringerem Kohlegehalt größer, mit Ausnahme der Backkohlen, welche auch bei einem größeren Kohlegehalt größere Differenzen zeigen, als die Sinterkohlen, und besonders als die Sandkohlen mit einem geringeren Kohlegehalt. Diese Differenzen übersteigen jedoch schwerlich die Zahl 6, und selbst diese größte Differenz von 6 Procent im Ausbringen der darstellbaren Kohle, findet nur bei den Backkohlen von einem mittleren Kohlegehalt statt. Backkohlen von größerem Kohlegehalt differiren im Ausbringen beim Verkohlen nicht über 4 Procent. Besonders merk-

würdig ist es aber, daß die Anwendung einer schwachen, und ganz langsam bis zum stärksten Rothglühen verstärkten Hitze, bei welcher das größte Kohlenausbringen statt findet, die sinternde und die backende Eigenschaft der Steinkohlen vermindert. Eine Steinkohle, die sich bei sehr schneller Glühhitze als Sinterkohle zeigt, kann, bei sehr langsam gesteigerter Hitze, als Sandkohle erscheinen, welches bei allen Kohlen der Fall ist, die einen Uebergang aus Sinterkohle in Sandkohle machen. Eben so erscheint die Backkohle dann als Sinterkohle, wenn sie von schwach backender Art ist. In jedem Fall wird aber, bei langsamer Erhitzung, das Aufblähen der Backkohlen vermindert, die nun eine weit weniger lockere und weniger ausgedehnte Masse bilden, als bei der Anwendung von rascher Glühhitze. Lange hat man geglaubt, daß sich die backenden Steinkohlen von den nicht backenden durch eine größere Menge von Bitumen unterscheiden, welches man, als schon gebildet in der Steinkohle vorhanden, betrachtete, und daß es auf die geringere oder auf die größere Menge von Kohlenstoff ankomme, ob eine Steinkohle backend sey, oder nicht. Spätere Untersuchungen haben gezeigt, daß der Kohlegehalt bei den backenden Kohlen in den mehrsten Fällen sogar größer ist, als bei den nicht backenden. Es giebt Sand- und Sinterkohlen, die nur einige 50 Procent Koaks beim Verkohlen zurücklassen; so wenig Koaks geben nur wenige Backkohlen. Dagegen erhält man aus vielen Backkohlen über 80 Procent höchst lockere und aufgeblähete Koaks.

Auch wenn die Steinkohlen einige Zeit an der Atmosphäre gelegen haben und von aller Grubenfeuchtigkeit befreit sind, enthalten sie noch viel Wasser, welches in der Wassersiedhitze entweicht, aber demnächst von der Steinkohle wieder angezogen wird. Die Fähigkeit der verschiedenen Steinkohlenarten, die Feuchtigkeit aus der Atmosphäre aufzunehmen und zurück zu halten, ist sehr verschieden. Sie scheint mit der chemischen

Zusammensetzung der Kohle nicht in Verbindung zu stehen, obgleich im Allgemeinen die Sandkohlen stärker als die Sinterkohlen und diese stärker als die Backkohlen, die Feuchtigkeit anzuziehen scheinen. Es giebt Sandkohlen, die 12 bis 13 Procent Wasser zurückhalten können. Dies sind gewöhnlich Steinkohlen von geringerem Kohlegehalt. Andere Sandkohlen halten, unter denselben Verhältnissen, nur 1 bis 6 Procent Wasser zurück. Auch bei der Sinter- und Backkohle ist die Fähigkeit das Wasser zu binden, ungemein verschieden.

Bei einem gleichen Aschengehalt der verschiedenen Steinkohlenarten, weicht das specifische Gewicht dennoch von 1,19 bis 1,32 ab. Im Allgemeinen haben die Sandkohlen ein größeres specifisches Gewicht als die Backkohlen und die Sinterkohlen stehen zwischen beiden in der Mitte. Aber auch von dem Kohlenstoffgehalt ist das specifische Gewicht abhängig und diejenige Steinkohle besitzt das größte specifische Gewicht, welche am mehrsten Kohlenstoff enthält. Durch dies doppelte Verhältniß wird es möglich, daß eine Backkohle, die einen großen Gehalt an Kohlenstoff besitzt, fast dasselbe specifische Gewicht besitzt, als eine Sinterkohle, oder als eine Sandkohle von mittlerem Kohlegehalt. Außerdem wird das specifische Gewicht der Steinkohlen durch die Menge von Asche und von erdigen Beimengungen, welche die Steinkohlen beim Verbrennen zurücklassen, ungemein modificirt. Durch einen großen Aschengehalt kann das specifische Gewicht bis 1,6 und noch höher steigen. Bei vielen Steinkohlen sind die mechanischen Beimengungen so ungleichartig in der Masse vertheilt, daß ein Stück von wenigen Kubikzollen räumlichen Inhalts, beim Zerschlagen, Stücke von sehr abweichendem specifischem Gewicht geben kann.

Es giebt Steinkohlen die weniger Asche enthalten, als irgend eine Holzart, und andere bei denen der Aschengehalt über 20 Procent steigt. Die Asche enthält weder Alkalien, noch

Phosphorsäure, noch Chlor, noch Jod, sondern sie besteht vorwaltend aus Thonerde und Kieselerde, aus Eisenoxyd, Manganoxyd, etwas kohlensaurer Kalkerde und Bittererde. Es ist einleuchtend, daß diese mechanischen Beimengungen der Steinkohlensubstanz eine sehr verschiedene Zusammensetzung haben können. So hat Hr. Lampadius in allen von ihm untersuchten Steinkohlen, einen großen Gipsgehalt in der Asche gefunden (Erdmann's Journ. I. 233) der zum Theil beim Einäschern selbst, aus den Beimengungen von Schwefelkies und von kohlensaurer Kalkerde entstanden seyn kann. Der Aschengehalt steht weder mit der backenden oder nicht backenden Beschaffenheit der Steinkohlen, noch mit der Mächtigkeit der Flötze, noch mit den Bänken oder Schichten, in welche ein Flötz durch natürliche Ablosungen eingetheilt seyn kann, noch mit der Lage der Flötze über und unter einander, noch mit den verschiedenen Seigerteufen eines und desselben Flötzes, noch mit seiner streichenden Erstreckung, in irgend einem erkennbaren Verhältniß. Um die Menge der Asche zu bestimmen, muß eine reine Kohlenmasse ausgesucht werden; aber man erhält dann nur den Aschengehalt der reinen Kohle, und nicht die der Kohle, so wie sie auf ihrer Lagerstätte vorkommt. Dieser Aschengehalt läßt sich nur durch Versuche im Großen, nämlich durch absichtliches Verbrennen und sorgfältiges Einäschern einer nicht unbedeutenden und ohne Auswahl genommenen Quantität Steinkohlen ausmitteln. Sehr selten sind die Kluftflächen der Steinkohle ganz rein; gewöhnlich findet man die Klüfte angefüllt, oder wenigstens die Kluftflächen angesprengt, mit Schwefelkies, Kalkspath, Dolomit, Bleiglanz, Blende, Schwerspath, Gips und Kieselthon. Der Schwefelkies pflegt fast nie zu fehlen. Beim Verkohlen läßt sich der Schwefel niemals ganz austreiben, sondern es bleibt ein Theil noch immer in Verbindung mit dem oxydirten Eisen in den erhaltenen Koaks zurück.

Die Produkte von der trocknen Destillation der Steinkohlen bestehen, außer den Gasarten, aus Wasser, aus Oel (in vorwaltender Menge), zuweilen aus etwas Säure und fast immer aus etwas Ammoniak. Auch bildet sich ein eigenthümlicher, farbenloser, krystallisirbarer, an der Luft langsam und unter Verbreitung eines angenehmen Geruches verdampfender Körper, den Hr. Kidd Naphtalin genannt hat. — Je größer der Kohlegehalt der Steinkohle ist, eine desto dickere Consistenz erhält das sich bildende Steinkohlenöl. Das Verhältniß der wäßrigen zur ölartigen Flüssigkeit ist bei allen Sandkohlen größer, als bei den Sinter- und Backkohlen. Die Menge der sich erzeugenden Gasarten und tropfbar flüssigen Substanzen überhaupt, steht mit dem Kohlegehalt der Steinkohlen im umgekehrten Verhältniß. Gasarten entbinden sich aus den Steinkohlen in geringerer Menge, als aus dem fossilen Holz; aber die Kohlenwasserstoffverbindungen sind mehr vorwaltend. Schwefelwasserstoffgas entsteht nur dann, wenn die Steinkohle Einmengungen von Schwefelkies enthält, die fast niemals fehlen. Bei der Anwendung einer sehr schwachen und langsam bis zum Glühen verstärkten Hitze, wird mehr Wasser und weniger Oel, aber mehr Gas erzeugt, als bei plötzlicher und starker Hitze. Dies Gas enthält aber mehr kohlensaures Gas und Kohlenwasserstoffgas, und dagegen weniger Kohlenoxydgas und ölzeugendes Gas, als die geringere (und daher zur Erleuchtung anwendbarere) Quantität Gas, die sich bei starker und schneller Hitze entwickelt. Ist die Destillationsvorrichtung im letzten Fall so getroffen, daß das entstehende Oel nicht sogleich überdestillirt, sondern der Glühhitze ausgesetzt bleibt, so wird es ebenfalls zersetzt und das Ausbringen an Gas dadurch bedeutend verstärkt. Je backender die Steinkohle ist, desto mehr nimmt das Verhältniß des ölzeugenden Gases in der Gasmenge zu. Die Zersetzung der Steinkohlen vor dem Rothglühen, findet nur bei den Sand- und Sinterkohlen

statt, bei denen der Gehalt an Kohlenstoff geringe ist, und auch bei diesen Kohlen schreitet die Zersetzung in der niedrigen Temperatur nicht bedeutend vor. Oelartige Substanz entwickelt sich immer erst, wenn die Hitze den Grad des dunklen Rothglühens erreicht hat. Bei den Sand- und Sinterkohlen sowohl, als bei den Backkohlen die viel Kohlenstoff enthalten, wird immer schwache Rothglühhitze zur beginnenden Zersetzung erfordert, und zur gänzlichen Beendigung derselben ist sehr starke Rothglühhitze nöthig. Es giebt keine Steinkohle, aus welcher sich, bei der trocknen Destillation, außer dem Oel und den Gasarten, nicht auch Wasser entwickelte. Die Sandkohlen, welche über 95 Procent Koaks zurücklassen, geben noch gegen 1 Procent Wasser und etwa 0,1 bis 0,2 Procent Oel. Auch die Faserkohle (fasrige Kohlenblende, mineralische Holzkohle) giebt bei starkem Glühen noch 0,15 Procent Wasser und Spuren von Oel. Selbst bei den so genannten Anthraciten des Steinkohlengebirges, ist das Wasser noch als ein schwacher Thau in der Vorlage bemerkbar. Nur bei dem wirklichen Anthracit und bei dem Graphit läßt sich keine Wasserbildung bemerken.

Bei der Untersuchung des durch das Verkoaken darstellbaren Kohlegehaltes der Steinkohlen, hat man sowohl auf die Menge als auf die Beschaffenheit der Koaks Rücksicht zu nehmen, denn die Steinkohlen hinterlassen nicht allein sehr abweichende Quantitäten von Kohle, sondern sie liefern dieselbe auch theils in einem aufgebläheten und zusammengebacknen, theils in einem gefritteten, theils in einem pulverartigen Zustande, wenn sie im zerkleinerten Zustande destillirt werden, wie schon oben bemerkt worden ist. Die Steinkohle unterscheidet sich dadurch wesentlich von allen Holzarten, die fast gleiche Quantitäten Kohle und immer in einerlei Zustande zurück lassen. Es sollen hier einige Angaben über den darstellbaren Kohlegehalt aus verschiedenen Arten von Stein-

kohlen folgen, aus welchen auf die verschiedenartige chemische Zusammensetzung derselben leicht geschlossen werden kann, wie sogleich näher erörtert werden wird. Die Angaben werden das specifische Gewicht der reinen Kohlenmasse, den ganzen darstellbaren Kohlegehalt, den Aschengehalt der reinen Kohlenmasse, und die für sich darstellbare reine Kohle, nach Abzug der Asche, darlegen:

A. Backkohlen.

100 Gewichtstheile hinterlassen	Spec. Gewicht	Koaks	Asche	Reine Kohle	Anmerkungen.
Friedrich zu Zawada	1,2638	60	2,1	57,9	Oberschlesien
Sackgrube zu Czernitz	1,3623	58,5	5,8	52,7	
Stollenflötz zu Hultschin	1,3155	86,9	2,1	84,8	
Gnade Gottesgrube	1,28507	66,8	4,65	62,15	Niederschlesien
Gustavgrube . .	1,2709	69,9	1,9	68	
Glückhilfgrube . .	1,2762	68	0,8	67,2	
Combinirte Abendröthe	1,2975	75	4,9	70,1	
Sulzbach Duttweiler	1,25812	64	0,15	63,85	Saarbrücken
Friedrichsthal . .	1,25391	64,8	0,65	64,15	
Wellesweiler . .	1,2621	65,6	1	64,6	
Wettin	1,3702	78	10,8	67,2	Saalkreis
Wettin	1,4662	81,1	24,4	56,7	
Wettin	1,3628	77,5	5,1	72,4	
Fornagelflötz . .	1,2997	80	1,3	78,7	Eschweiler
Schlemmerichflötz .	1,2946	84,5	3,25	81,25	
Flötz Gyr . . .	1,3005	81,5	1,17	80,23	
Hütterbank	1,2905	86,3	1	85,3	Westphalen
Sälzer und Neuack	1,28819	82,3	0,7	81,6	
Stock- u. Scheerenberg	1,2818	80,1	0,65	79,45	
Newcastle . . .	1,2563	68,5	0,85	67,65	England
Kennelkohle . .	1,1652	51	0,5	50,5	
Kennelkohle . .	1,284	61,5	5,5	56	
Pottschapl (Gute Schicht) . . .	1,4541	68,7	27,7	41	Sachsen

B. Sinterkohlen.

100 Gewichtstheile hinterlassen	Spec. Gewicht	Koaks	Asche	Reine Kohle	Anmerkungen.
Königin Louise .	1,28075	67	1,2	65	Oberschlesien
Königsgrube . .	1,2846	65,3	0,6	64,7	
Henriette . . .	1,2862	63,8	1,65	62,15	
Treue Caroline .	1,2804	61,5	4,8	56,7	
Therese zu Hultschin	1,3323	88,4	2,66	84,74	
David	1,2954	68	2	66	Niederschlesien
Louise Auguste .	1,2806	66,5	1,3	65,2	
Frischauf . . .	1,5182	78,8	23,4	55,4	
Frischauf . . .	1,421	73	8	65	
Prinz Wilhelm .	1,2985	62,1	1,3	60,8	Saarbrücken
Merchweiler . .	1,2817	61,88	0,9	60,98	
Gerhardgrube . .	1,27137	58,5	1,6	56,9	
Löbejün	1,3739	89,1	9,1	80	Saalkreis
Löbejün	1,4634	90	20	70	
Turteltaube . .	1,3321	86,8	2,4	84,4	Westphalen
Louisen Erbstollen	1,29149	72,8	1,4	71,4	
Sperling . . .	1,3303	85,5	3,5	82	
Hamburggrube .	1,3232	89,1	0,9	88,2	
Planitz (so genannte Pechkohle) . .	1,1866	64,5	1,1	63,4	Sachsen
Mons	1,3078	88	2,5	85,5	Niederlande

C. Sandkohlen.

100 Gewichtstheile hinterlassen	Spec. Gewicht	Koaks	Asche	Reine Kohle	Anmerkungen.
Caroline . . .	1,3097	65,6	2,8	62,8	Oberschlesien
Charlotte . . .	1,3172	67,5	2,42	65,08	
Beate	1,38317	66,8	11,9	54,9	
Theodor	1,2943	53,5	1,9	51,6	
Josepha	1,3102	56,9	3,4	53,5	
Laura	1,3037	70	1,85	68,15	Niederschlesien
Laura	1,29752	73,5	2,4	71,1	
Fuchsgrube . . .	1,3782	59,1	2,1	57	

100 Gewichtstheile hinterlassen	Spec. Gewicht	Koaks	Asche	Reine Kohle	Anmerkungen.
Geislautern . .	1,3279	62,1	3,9	58,2	Saarbrücken
Neu Langenberg .	1,3213	93,6	0,8	92,8	Aus dem Barbenbergischen
Hoheneich . . .	1,3296	94,8	1,2	93,6	
Fürth	1,339	95	0,7	94,3	
Abgunst	1,3548	96,4	1,75	94,65	
Löbejün	1,6295	92	7	85	Saalkreis
Löbejün	1,6370	90	9,9	80,1	
Alter Hase . . .	1,3346	92,5	1,7	90,8	Westphalen
Hundsnocken . .	1,3376	92,8	0,6	92,2	
Schwarzer Junge	1,31253	91,9	1,1	90,8	
Kennelkohle . .	1,4231	69,8	13,3	56,5	England
Brasilien . . .	1,2891	59,5	1,6	57,9	
Brasilien	1,4832	66,5	28,4	38,1	

Aus der durch die Destillation darstellbaren Kohlenmenge, läßt sich die chemische Zusammensetzung der Steinkohlen eben so wenig beurtheilen, als die des Holzes aus der Menge von Holzkohle, welche bei der Verkohlung zurück bleibt. Dazu kommt noch, daß sich die Koaks in einem sehr verschiedenartigen, zuweilen ganz lockern und aufgebläheten, zuweilen ganz dichten Zustande befinden, wenn die Kohlen in größeren Stücken zur Verkohlung angewendet werden. Dieser Zustand läßt aber, bei gleichen Quantitäten darstellbarer Kohle, auf eine sehr verschiedenartige Zusammensetzung der Steinkohle schließen. Aus der großen Verschiedenheit in der Menge und Beschaffenheit der Koaks, wird es schon einleuchtend, daß es kaum eine Steinkohle giebt, welche genau so wie eine andere zusammengesetzt ist. Wegen der großen Schwierigkeit, womit die chemische Analyse der Steinkohlen verbunden ist, wird man sich begnügen müssen, die Zusammensetzung der am meisten abweichenden Steinkohlenarten auszumitteln. Kennt man diese, und zugleich die Menge und Beschaffenheit der aus ihnen

durch die Verkohlung darstellbaren Koaks, so wird es leicht seyn, die Zusammensetzung jeder anderen Steinkohle, wenigstens annäherungsweise, richtig zu beurtheilen; wenn man durch den oben angegebenen einfachen Versuch mit fein gepulverter Steinkohle, die Menge und Beschaffenheit der darstellbaren Koaks ausmittelt, und unter den Steinkohlen von bekannter Zusammensetzung diejenige aufsucht, welche bei der trocknen Destillation ein, mit dem gefundenen am mehrsten übereinstimmendes Resultat giebt.

Ganz frei von Stickstoff ist wahrscheinlich keine Steinkohle, indeß scheint derselbe mehr ein zufälliger als ein wesentlicher Bestandtheil zu seyn. Bei den folgenden Analysen ist auf den Stickstoffgehalt nicht Rücksicht genommen. Der angegebene Sauerstoffgehalt würde daher um so viel zu groß erscheinen, als die geringe Menge des Stickstoff etwa betragen könnte. — Zur besseren Vergleichung ist die Zusammensetzung des Holzes, oder der unveränderten Pflanzenfaser, in der folgenden Uebersicht mit aufgenommen worden. Alle Kohlen waren vorher in der Wassersiedhitze getrocknet.

100 Gewichtstheile	hinterlassen bei der trocknen Destillation:			bestehen aus			
	Art der Kohle	Menge der Kohle	In der Kohle ist Asche	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Asche
Holz, nach Gay-Lussac und Thenard	Sandkohle	12 bis 25	0,75 bis 2	51,45	5,82	42,73	
Fasriges fossiles Holz	Sandkohle	62,13	14,25	54,970	4,313	26,464	14,25
Muschliges fossiles Holz	Sandkohle	73,2	1	77,100	2,546	19,354	1
Steinkohle von der Leopoldinengrube in Oberschlesien	Sandkohle	61,5	2,88	73,880	2,765	2,475	2,88
St. von der Königsgrube in Oberschlesien	Sinterkohle	69,3	0,63	78,390	3,207	17,773	0,63
St. von Wellesweiler in Saarbrücken	Backkohle	67,8	1	81,323	3,207	14,470	1
St. von Sälzer und Neuack in Westphalen	Backkohle	80,1	0,1	88,680	3,207	8,113	0,1
St. von Hundsnocken in Westphalen	Sandkohle	93,6	0,6	96,02	0,44	2,94	0,6
Kennelkohle aus England	Backkohle	52,6	0,5	74,47	5,42	19,61	0,5
Steinkohle von Newcastle . . .	Backkohle	70	0,863	84,263	3,207	11,667	0,863
St. von Eschweiler	Backkohle	82,4	1,18	89,1614	3,207	6,4516	1,18

Der wirkliche Gehalt an Kohlenstoff ist bei den untersuchten Steinkohlen also von 73,88 bis 96 Procent abweichend, ohne daß das relative Verhältniß der Menge des Kohlenstoffs zu der des Sauer= und Wasserstoffs, über die Beschaffenheit der zurückbleibenden Kohle entscheidet. Diese ist vielmehr ganz allein abhängig von dem Verhältniß des Wasserstoffs zum Sauerstoff, so daß eine Kohle desto backender wird, je größer das relative Verhältniß des Wasserstoffes zum Sauerstoff ist.

Die Steinkohle mit geringerm Kohlegehalt haben eine mehr braune als schwarze Farbe, wenn zugleich das Verhältniß des Wasserstoffs zum Sauerstoff bedeutend ist. Ausgezeichnet schwarze Farbe, verbunden mit starkem Glanz und beträchtlicher Härte, lassen immer auf einen großen Kohlenstoffgehalt und auf das Vorwalten des Sauerstoffs über den Wasserstoff schließen. Die Art des Glanzes hängt von dem Verhältniß des Kohlenstoffs zu den beiden anderen Bestandtheilen ab. Pechglanz deutet auf einen geringeren, der Uebergang aus Pechglanz in Glasglanz auf einen größeren Kohlenstoffgehalt. Schwarze Farbe, starker Glanz, verbunden mit geringer Festigkeit und Härte, charakterisiren die kohlenstoffreichen Steinkohlen, bei denen das Verhältniß des Wasserstoffs zum Sauerstoff schon zugenommen hat. Schwarze Farbe, mattes Ansehen, bedeutende Festigkeit und nicht unbeträchtliche Härte, sind die Eigenschaften einer an Kohlenstoff weniger reichen Kohle, bei welchen das Verhältniß des Sauerstoffs das des Wasserstoffs beträchtlich überwiegt. Verändert sich die Farbe, oder das Pulver, welches die Kohle beim Zerreiben giebt, in das Schwarzbraune, so hat das Verhältniß des Wasserstoffs zum Sauerstoff zugenommen. Nimmt mit der abnehmenden schwarzen Farbe zugleich die Mattigkeit des Ansehens zu, und die Härte ab, ohne daß sich die Festigkeit verändert, so enthält die Kohle noch weniger Kohlenstoff, bei überwiegendem

Verhältniß des Sauerstoffs zum Wasserstoff. Die Härte der Kohle ist besonders von dem Verhältniß des Wasserstoffs zum Sauerstoff abhängig. Je mehr der Wasserstoff hervortritt, desto mehr nimmt die Kohle an Härte ab, wobei sich die Festigkeit aber immer nach dem Verhältniß des Sauerstoffs und Wasserstoffs zum Kohlenstoff richtet, und dann am größten wird, wenn das Verhältniß des Kohlenstoffs zum Sauer- und Wasserstoff das geringste ist.

Die unter dem Namen der Faserkohle, des fasrigen Anthracites oder der mineralischen Holzkohle bekannte Kohlenart, ist ein beständiger Begleiter der Steinkohlen. Mehrentheils kommt sie abgesondert von der übrigen Steinkohlenmasse, in Schichten oder Lagen, von $\frac{1}{4}$ Linie bis zu 1 Zoll Stärke, und auf das genaueste parallel mit der Fallungsebene des Flötzes vor. Zum Theil hat sie aber auch zur Bildung der Steinkohlenmasse mit beigetragen, indem ein großer Theil der letzteren aus derselben Pflanzenfaser besteht, welche der Faserkohle ihre Entstehung gab. Sie ist dann mit der ganzen Kohlenmasse zusammen gewachsen, oder vielmehr mit derselben so genau eine und dieselbe Substanz, daß nur die zurück gebliebenen Abdrücke, das frühere Vorhandenseyn derjenigen Pflanzenfaser zu erkennen geben, welche im abgesonderten Zustande die Faserkohle bildet. Gewöhnlich wird diese Kohle für höchst schwer zerstörbar im Feuer gehalten und daher als Kohlenblende betrachtet. So schwer verbrennlich ist sie aber durchaus nicht. Unter der Muffel eines Probirofens verbrennt sie mit starker Flamme, zum Beweise daß sie von dem Zustande einer reinen Kohle sehr weit entfernt ist. In dem Schmelzraum eines Schachtofens widersteht sie freilich, bei starker Anhäufung, den Wirkungen eines heftigen Gebläses, und kommt als feiner Kohlenstaub, — als so genannte Lösche, — scheinbar unverändert wieder zum Vorschein; allein ein gleicher Erfolg würde auch statt finden, wenn sich der Schmelzraum mit Holz-

kohlenstaub anfüllte. Das größere specifische Gewicht der Faserkohle verursacht nur, daß der Windstrom in eine Masse von Faserkohle noch weniger leicht, als in zusammen gehäuftes Holzkohlenpulver eindringen kann, und daher erfolgt eben so wenig ein Verbrennen, als sich z. B. dicht über einander liegende Lagen von Papier leicht verbrennen lassen. Weit entfernt, daß in der Faserkohle stets dasselbe Verhältniß ihrer Bestandtheile gefunden würde, unterscheidet sie sich, wenn sie im isolirten Zustande zwischen der übrigen Steinkohlenmasse vorkommt, von dieser nur durch den ungleich größeren Kohlegehalt. Den darstellbaren Koakgehalt habe ich von 80 bis 95 Procent abweichend gefunden, je nachdem die Steinkohle selbst, in deren Begleitung sie vorkommt, weniger oder mehr Koaks beim Verkohlen hinterläßt. Immer ist die Faserkohle aber eine Sandkohle. Sie zeigt in einem sehr auffallenden Grade, daß einige Theile der Pflanzenfaser bei der Steinkohlenbildung schneller als andere, in der Umänderung zu Steinkohle vorgerückt sind.

Ein ganz ähnliches abweichendes Verhältniß des Kohlenstoffs zu den übrigen Bestandtheilen, wie in der Faserkohle, in Vergleichung mit der sie umgebenden Steinkohlenmasse, angetroffen wird, findet sich auch bei der Steinkohlenmasse selbst, und zwar um so auffallender, je weniger Sauerstoff und Wasserstoff überhaupt abgeschieden worden sind, oder je mehr sich die Steinkohlenmasse ihrem ursprünglichen Zustande nähert. Daher ist auch nur bei denjenigen Steinkohlen, die an Kohlenstoff sehr reich sind, eine ziemliche Gleichartigkeit der Masse zu bemerken. Alle Steinkohlen mit geringem Kohlenstoffgehalt bestehen aus einem Gemenge von Kohlen, die reicher und ärmer an Kohlenstoff sind. Die ersteren haben eine pechschwarze Farbe, Pechglanz, der gewöhnlich ausgezeichnet stark ist, einen muschligen Bruch und sind sehr spröde, ohne fest zu seyn. Die Farbe der an Kohlenstoff ärmeren Partheien ist

mehr bräunlich, der Glanz fehlt, der Bruch ist eben, zuweilen flachmuschlig; die Kohle ist fest und spröde. Beide Kohlenarten sind zuweilen mit und in einander verwachsen, wenn der Kohlenstoffgehalt der Kohle überhaupt, schon größer geworden ist. Zuweilen sind sie in parallel über einander abgelagerten Schichten getrennt, wenn die Kohle arm an Kohlenstoff ist. Beide Arten, nämlich jene schwarze Kohle mit starkem Pechglanz, und diese bräunlichschwarze und matte Kohle, scheinen dabei immer dasselbe Verhältniß des Sauerstoffs zum Wasserstoff beizubehalten, und nur das, dieser beiden Bestandtheile zum Kohlenstoff, verändert zu haben; denn wenn die eine derselben eine Sandkohle, Sinterkohle oder Backkohle ist, so ist es auch die andere. In den mehrsten Fällen sind die Schichten, welche durch das Zusammenvorkommen beider Kohlenarten, der glänzenden und der matten, gebildet werden, ziemlich dünne, und zuweilen so schwach, daß sie sich nur durch die Verschiedenheit des Glanzes unterscheiden lassen. Die Kenntniß dieses Verhaltens ist deshalb von Wichtigkeit, weil es in vielen Fällen die Anwendbarkeit der Kohle zum Verkoaken bestimmt und über die Brauchbarkeit derselben zu diesem Zweck, ein ziemlich sicheres Urtheil zuläßt. Es kommen aber auch Steinkohlen vor, bei denen die Schichten der einen oder der anderen Kohlenart so stark werden, daß sie eine, oft mehrere Zoll dicke, gleichartige Masse bilden, welche durch Lagen der anderen Kohlenart nicht unterbrochen, wenn gleich zuweilen, — und bei der glänzenden Art fast ohne Ausnahme, — durch Kluftflächen zerrissen und zerspalten wird. Diese Zerklüftungs- und Ablosungsflächen sind zuweilen so fein, daß sie sich nur beim Zerschlagen der Kohle auf der Bruchfläche erkennen lassen; zuweilen bilden sie aber weite Spalten, die theils leer, theils mit fremdartigen Substanzen gangartig ausgefüllt sind, und die Kohlensubstanz in rhomboedrische Massen zertheilen. Niemals sind diese Klüfte pa-

rallel mit der Fallungsebene des Flötzes; sondern sie durchschneiden die Fallungsebene unter Winkeln, die sich dem rechten nähern. Dies Verhalten zeigt deutlich, daß diese Klüfte nichts anders sind als Spalten, die beim Trockenwerden einer teigartigen Substanz gebildet wurden. Bei den Steinkohlen mit sehr großem Kohlegehalt sind es nur diese Kluftflächen, und die Schichten von Faserkohle, aber kaum mehr die Verschiedenartigkeit der Kohlenmasse selbst, — die sich nun überall schon dem vollendeten Zustand nähert, — wodurch der Zusammenhang der Kohlensubstanz unterbrochen wird. Wird aber der Zusammenhang der Kohlenmasse durch Lagen von Faserkohle aufgehoben, so geschieht es jedesmal parallel mit der Schichtung, oder mit der Fallungsebene des Flötzes. Die Kohlenmasse wird dadurch in Bänke abgetheilt, deren Höhen von wenigen Linien bis zu mehreren Zollen abwechselt. Diese Lagen von Faserkohle werden durch die eben erwähnten Ablosungsflächen, oder durch die auf der Schichtung senkrechten Klüfte, niemals durchsetzt.

Die Unterbrechung der Kohlenmasse, sey es durch mit einander abwechselnde Schichten von kohlenstoffreicherer und kohlenstoffärmerer Kohle, oder durch Kluftflächen, oder durch zwischen gelagerte Schichten von Faserkohle, entscheidet nicht selten über die Anwendbarkeit der Kohle zu bestimmten Zwecken. Eine genauere Kenntniß des Verhaltens der Steinkohlen in dieser Rücksicht, ist nicht allein für den Techniker sehr wichtig, sondern sie bekommt auch noch dadurch Interesse, daß der oryktognostischen Eintheilung der Steinkohle in Pechkohle, Schieferkohle, Kennelkohle, Blätterkohle, Stangenkohle und Grobkohle, ganz allein dieses Verhalten der Kohlenmasse zum Grunde liegt. Ein Wechsel von an Kohlenstoff reicherer und ärmerer Kohle, häufiges Durchsetzen von Ablosungsklüften, oder von Trennungsflächen, durch die Kohlenmasse, wohl sogar ein öfterer Wechsel von sehr dünnen Schichten von Faserkohle, die

den Zusammenhang der übrigen Kohlenmässe aufhebt, geben Veranlassung, eine Kohle Schieferkohle oder Blätterkohle zu nennen; oder sie für in Schieferkohle übergehende Blätterkohle zu erklären u. s. f., je nachdem jene Wechsel- und Kluftflächen in geringerer oder größerer Menge vorhanden sind. Bleibt sich die Beschaffenheit der Kohlensubstanz in stärkeren Lagen, dem äußeren Ansehen nach, gleich; so wird die kohlenstoffreichere Kohle mit Pechglanz und muschligem Bruch, Pechkohle, die kohlenstoffärmere und matte Kohle, Kennelkohle genannt. Beide Kohlenarten, nämlich die glänzende und die matte, innig mit einander verwachsen, und nicht in übereinander liegende Schichten getrennt, erscheinen in den oryktognostischen Systemen als Grobkohle. Diese Eintheilungen sind daher von zufälligen Verhältnissen hergenommen und es kann dadurch die eigentliche Natur einer Steinkohle nicht bezeichnet werden. Eine Schieferkohle kann von der andern eben so verschieden seyn, als zwei Pechkohlen, oder als zwei Kennelkohlen, die nur in einigen Beziehungen eine Uebereinstimmung mit einander zeigen, in anderen aber sehr viel weiter von einander entfernt stehen, als eine Blätterkohle und eine Pechkohle, oder als eine Schieferkohle und eine Kennelkohle.

Bei der großen Verschiedenartigkeit in der Zusammensetzung der Steinkohlen, ist es leicht einzusehen, daß nicht alle Steinkohlen zu jedem Gebrauch eine gleiche Anwendbarkeit besitzen. Je reicher an Kohlenstoff die Steinkohle ist, desto mehr Hitze entwickelt sie beim Verbrennen, weil sie, im Verhältniß mit dem größeren Kohlenstoffgehalt, mehr Sauerstoff zur Zersetzung erfordert. Dagegen nimmt aber in demselben Verhältniß die Entzündbarkeit ab, so daß beim Verbrennen solcher Kohlen ein starker Luftstrom erforderlich ist. Dadurch sowohl, als durch den Umstand, daß eine an Sauer- und Wasserstoff sehr arme Kohle, nur wenig Flamme giebt, wird der erste Vortheil so sehr wieder aufgehoben, daß die Sandkohle mit

großem Kohlenstoffgehalt, gegen die Sinter- und Backkohlen mit großem Gehalt an Kohlenstoff, in allen den Fällen zurückstehen müssen, wo die Erhitzung durch brennendes Gas, oder durch Flamme bewirkt werden soll. Aber in solchen Fällen, wo die Kohle mit dem zu glühenden oder zu schmelzenden Körper unmittelbar in Berührung kommt, z. B. beim Kalk- und Ziegelbrennen, beim Erzrösten, beim Schweißen in Schmiedefeuern, leisten sie vortreffliche Dienste. Vermischt man sie mit sehr backenden Kohlen mit großem Kohlenstoffgehalt, so sind sie auch zu Flammenfeuerungen sehr gut anwendbar. Dazu eignen sich die Backkohlen allein, wenigstens die sehr stark backenden Kohlen, deshalb nicht, weil sie sich auf dem Rost zu stark aufblähen, und den Zutritt der Luft abhalten, oder vielmehr das Abziehen der zersetzten Luft erschweren und so den Luftzug verhindern. Zur Hervorbringung einer anhaltend starken Schmelzhitze, ist die Sinterkohle, gleich viel ob sie einen großen oder geringen Kohlenstoffgehalt besitzt, vorzüglich geeignet. Am anwendbarsten für den Flammenofenbetrieb ist die in Backkohle übergehende Sinterkohle. Zu gewöhnlichen häuslichen Feuerungen, und zu allen Feuerungen bei welchen der Grad der Wassersiedhitze nicht bedeutend überschritten werden darf, ist die Backkohle mit großem Kohlenstoffgehalt ganz besonders geeignet. Auch die Backkohle mit geringem Kohlegehalt läßt sich vortheilhaft anwenden, wenn es weniger auf anhaltende starke Hitze, als auf vollständige Benutzung der Flamme ankommt. Die Sandkohle mit mittlerem Kohlenstoffgehalt ist nicht geeignet, eine starke Hitze zu erzeugen, und noch unanwendbarer zu diesem Zweck ist die Sandkohle mit dem geringsten Kohlenstoffgehalt, welche als die schlechteste von allen Steinkohlenarten zu betrachten ist, indem sie weder eine schnelle noch eine anhaltende Hitze erzeugt. Zur Gaserleuchtung wird diejenige Steinkohle den Vorzug behalten, bei welcher das Verhältniß des Wasserstoffes zum Sauerstoff das

größte, und zugleich das Verhältniß des Kohlenstoffs zum Wasser- und Sauerstoff das geringste ist, d. h. also die backendste Steinkohle mit dem geringsten Kohlenstoffgehalt.

Dies allgemeine Verhalten der verschiedenen Kohlenarten kann jedoch durch andere Umstände sehr modificirt werden. Die Faserkohle, welche fast niemals fehlt, und welche, als eine Sandkohle mit überwiegend großem Kohlenstoffgehalt, schon an sich sehr schwer entzündbar ist, wird es durch ihr Gefüge, welches den Luftzug erschwert, noch mehr. Bei guten Back- und Sinterkohlen wird das Hinderniß, welches aus einer Beimengung von vieler Faserkohle entspringt, weniger bemerkbar. Eine Sandkohle kann dadurch aber völlig unbrauchbar werden, weil die Masse zu dicht und der Luftzug dadurch ganz verhindert wird, wenn die Kohle auf dem Rost verbrannt werden soll. Ein anderes Hinderniß entspringt aus dem Erdengehalt, welcher der Kohlenmasse beigemengt ist. Eine Kohle, die sehr viel Asche hinterläßt, wird unbrauchbar, oder entwickelt wenigstens nur langsame und schwache Hitze, weil die Asche den Zutritt der Luft abhält. Dies Hinderniß würde auch dann eintreten, wenn die Kohlenmasse selbst zwar wenig Asche hinterläßt, wenn aber das Kohlenflötz mit Lettenschichten oder mit dünnen Lagen von Schieferthon durchzogen ist. Selbst die durch Kluft- oder Absonderungsflächen stark zerstückelte Kohle, kann, wenn sie eine Sandkohle ist, bloß durch diesen Umstand unbrauchbar werden, weil sie beim Verbrennen in viele kleine Stücke zerfällt, die nicht an einander backen und sich dadurch auflockern, sondern so dicht über einander liegen, daß der Luftstrom keinen Durchgang findet.

Ueber das Verkohlen der Steinkohlen.

Um die Anwendbarkeit einer Steinkohle zum Verkoaken zu beurtheilen, müssen die backenden und die nicht backenden Kohlen einer besonderen Betrachtung unterworfen werden, in-

dem die Backkohlen im Allgemeinen vor den Sinterkohlen, und noch mehr vor den Sandkohlen, den großen Vorzug besitzen, daß sie durch die oben erwähnte Ungleichartigkeit der Kohlenmasse selbst, durch den Zerklüftungszustand derselben, und durch die Trennung der Kohlensubstanz durch Faserkohle, zum Verkoaken nicht unbrauchbar werden, weil die vor dem Verkohlen getrennten einzelnen Theile, woraus die Kohlenmasse besteht, bei dem Verkohlen zusammenschmelzen und daher Koaks in großen Stücken liefern können.

Alle Sinterkohlen, welche nicht etwa einen starken Uebergang in Backkohle machen, noch mehr aber alle Sandkohlen, deren Masse zwar gleichartig ist (in welchem Fall sie immer Steinkohle mit sehr großem Kohlegehalt sind), welche aber durch feine Risse und Klüfte sehr zerspalten sind, eignen sich durchaus nicht zum Verkoaken, weil sie bei der Verkohlung zu kleinen Stücken zerfallen, die in den Schachtöfen nicht angewendet werden können. Sind die Klüfte mit fremden Beimengungen ausgefüllt, oder wird die Kohlenmasse durch Lagen von Faserkohle häufig unterbrochen, so werden die Kohlen zum Verkoaken noch unbrauchbarer. Die Sandkohle mit einem großen Kohlegehalt von 90 Procenten, würden sich schwerlich verkoaken lassen, ohne dabei zum großen Theil zu verbrennen. Bei diesen Kohlen bedarf es aber auch des Verkoakungsprozesses nicht, weil sie so wenig Sauer- und Wasserstoff enthalten, daß man sie als natürliche Koaks betrachten und als solche anwenden kann. Dies wird mit Erfolg immer dann geschehen können, wenn diese Kohlen, — welche man unrichtig auch wohl Anthracit nennt, — eine homogene Masse bilden und beim Verbrennen nicht in kleine Stücken zerspringen. Sind diese anthracitartigen Kohlen aber sehr zerklüftet, oder wird die Kohlenmasse durch häufige Lagen von Faserkohle getrennt; so würde es vergeblich seyn, sich derselben als Koaks bei den Schachtöfen bedienen zu wollen. Gehören

die Sinter- und Sandkohlen zu den Steinkohlen mit geringerem Kohlenstoffgehalt, sind sie also aus der glänzenden und aus der matten Kohlenart zusammengesetzt; so eignen sie sich nur alsdann zum Verkoaken, wenn beide Kohlenarten innig mit einander verwachsen und nicht aus abwechselnden Schichten von beiden zusammengesetzt sind. Außerdem nämlich, daß jede Kohlenart sich für sich allein verkohlt und schon dadurch zur Entstehung von kleinen Koaks Veranlassung giebt, ist die glänzende Kohlenart, fast ohne Ausnahme, durch Klüfte, senkrecht auf der Fallungsebene des Flötzes, stark zerklüftet, oder die Kluftflächen kommen wenigstens nach dem Verkoaken zum Vorschein und veranlassen dann, daß die Kohle in viele kleine Stücken zerspringt. Dies Verhalten hat sogar Veranlassung gegeben, die sehr glänzende Sinter- und Sandkohle, welche sich, nach dem Verkoaken, zwischen den Schichten der übrigen verkoakten Steinkohlenmasse im zertrümmerten Zustande eingeschlossen befindet, ebenfalls für eine anthracitartige Steinkohle zu halten, weil sie aus dem Gestell der 50 Fuß hohen Eisenhohöfen, die mit dem stärksten Gebläse versehen sind, in einem scheinbar ganz unveränderten Zustande wieder zum Vorschein kommen. Dagegen eignen sich alle Sinter- und Sandkohlen mit einem geringeren Kohlenstoffgehalt, die wenigstens in 4—5 Zoll dicken Lagen gleichartig bleiben, und deren Masse weder durch abgesonderte Schichten von Kohlen der glänzenden Art, noch durch Schichten von Faserkohle unterbrochen wird, und welche dabei zugleich durch feine Risse und Spalten nicht, oder doch nur unbedeutend zerklüftet sind, sehr gut zum Verkoaken, weil sie Koaks von mehreren Kubikzollen räumlichen Inhaltes geben. Diese Kohlen sind jedoch fest und sehr dicht und erfordern ein starkes Gebläse, oder wenigstens große Windquantitäten. Nächstdem ist auch bei den Sand- und Sinterkohlen auf den Aschengehalt noch besonders Rücksicht zu nehmen, weil ein großer Aschengehalt auch diejenigen Kohlen, welche große

Koaks geben, zum Verkohlen unbrauchbar machen kann. Den Aschengehalt kann man als ein chemisches, und das Zerfallen beim Verkohlen zu kleinen Koaks, aus irgend einem von den angegebenen Gründen, als ein mechaniiches Hinderniß für die Anwendbarkeit der Sinter- und Sandkohlen zum Verkoaken ansehen. Kohlen, die beim Verbrennen 5 Procent Asche und darüber hinterlassen, geben sehr wenig brauchbare Koaks für die Eisenhohöfen.

Sinterkohlen, welche den Uebergang zu Backkohlen machen, enthalten noch ein so günstiges Verhältniß des Wasserstoffs zum Sauerstoff, daß bei der Verkohlung die vorher nicht unmittelbar zusammenhängenden, sondern durch bloße Spalten und unausgefüllte Ablosungsflächen getrennten Steinkohlenmassen, sich durch Erweichung an den Oberflächen vereinigen und an einander haften können.

Bei den backenden Kohlen treten alle die erwähnten Hindernisse nicht ein, weshalb sie, wenn ein zu großer Aschengehalt nicht etwa nachtheilig wird, zum Verkoaken immer anwendbar bleiben. Dies würde aur dann nicht der Fall seyn, wenn sie mit Schichten von Faserkohle zu stark durchzogen, oder wenn die Kluftflächen so übermäßig häufig und so stark mit fremdartigen Beimengungen ausgefüllt wären, daß sie dadurch im verkoakten Zustande den Zusammenhang verlieren, welches indeß nur selten der Fall seyn dürfte. Backkohlen, welche mit Schnüren von Faserkohle häufig durchzogen sind, werden dadurch nicht so unbrauchbar zum Verkoaken, daß sie nicht Koaks in großen Stücken geben sollten; allein der Nachtheil der starken Beimengung von Faserkohle, welche sich in der Masse der Koaks gleichsam eingehüllt und eingeschmolzen befindet, zeigt sich später, wenn die Koaks im Schachtofen durchgesetzt werden. Auch die Substanzen, mit welchen die Klüfte der Backkohlen ausgefüllt sind, werden beim Verkohlen in der Koakmasse eingewickelt, ohne den Zusammenhang

der neuen Bildung aufzuheben. Deshalb hat man auch immer mehr Ursache, gegen die Reinheit der Koaks aus Backkohlen mißtrauisch zu seyn, als gegen die aus den Sinter- und Sandkohlen, welche nur durch den wirklichen Erdengehalt der reinen Kohlenmasse, aber niemals durch die fremden, in den Klüften und Ablosungen vorkommenden Beimengungen, oder durch bedeutende Quantitäten eingemengter Faserkohle, verunreinigt seyn können. Das überwiegende Verhältniß des Wasserstoffs zu dem Sauerstoff in den Backkohlen bewirkt, daß die Steinkohle in dem Augenblick, wo die Zersetzung erfolgt, in einen halbgeschmolzenen Zustand übergeht, so daß die erweichte und zum Theil teigartig gewordene Masse, durch die sich entwickelnden Dämpfe und Gasarten in die Höhe getrieben, nach allen Richtungen ausgedehnt und oft blasenartig aufgeblähet wird. Dadurch unterscheiden sich die Backkohlen wesentlich von den Sinter- und Sandkohlen, bei welchen jedes vor der Verkohlung nicht unmittelbar zusammenhängende Stück, auch nach dem Verkohlen für sich allein erscheint. Aber es findet von den zu einer einzigen Schaumblase aufgetriebenen Koaks, bis zu denen, welche die ganze Gestalt der Steinkohle, nur mit einer Verminderung des Volumens behalten, also von der backendsten Kohle bis zur dürrsten Sandkohle, ein ganz allmäliger Uebergang durch die Sinterkohle statt. Eine, beim Verkohlen in einen geschmolzenen Zustand übergegangene Kohle sollte, wegen der glatten Beschaffenheit der Oberflächen, schwerer entzündbar seyn, als eine nicht geschmolzene Kohle mit rauhen Flächen. Ein solcher Erfolg findet auch wirklich unter der Muffel eines Probirofens statt. Ganz anders ist aber das Verhalten, wenn die Masse von Koaks über einander gehäuft, durch natürlichen Luftzug, oder durch einen künstlich hervorgebrachten Luftstrom verbrennen und nicht, bloß durch die Einwirkung der glühendheißen Luft auf die Oberfläche, nach und nach zerstöhrt werden soll.

Die Backkohlen erhalten, wegen ihres ausgedehnten Zustandes, die Masse so locker, daß der Durchgang der zersetzten Luft keinen Augenblick gestöhrt und aufgehalten wird. Die Sinterkoaks bilden schon eine dichtere und festere Masse, und bei den Sandkoaks werden, wenn sie entweder gleich anfänglich sehr zerkleinert waren, oder wenn sie durch das nach und nach erfolgende Verbrennen ein geringeres Volum erhalten, alle Zwischenräume so verstopft, daß die zersetzte Luft keinen Ausgang mehr findet und daß der Verbrennungsprozeß nicht aus Mangel an zutretender Luft, sondern durch aufgehaltenen Luftzug unterbrochen wird. Holzkohlenpulver würde sich, in starken Massen über einander liegend, auch durch den heftigsten Windstrom nur schwer verbrennen lassen und durch dies Verhalten ebenfalls auf den Namen Anthracit Anspruch machen können. Es scheint daher, daß den Koaks aus backenden Kohlen der Vorzug vor den Koaks aus Sinterkohlen und besonders aus Sandkohlen gegeben werden müsse. Dies wird indeß nur bei den Koaks aus den nicht stark backenden Kohlen der Fall seyn, denn die stark backenden Kohlen können, gerade weil sie sich zu sehr ausdehnen, zur Benutzung als Koaks, wenigstens für gewisse Zwecke, ganz unbrauchbar werden. Durch den stark aufgebläheten Zustand erhalten sie eine so geringe Festigkeit, daß sie sich, wenn sie in großen Massen über einander liegen, zum Theil schon durch ihr eigenes Gewicht zertrümmern. Noch stärker werden sie zerdrückt, wenn sie in Schachtöfen, mit den zu schmelzenden oder zu reducirenden Substanzen geschichtet, verbrannt werden sollen. Solche Koaks können nur in niedrigen Schachtöfen, wo sie keinen starken Druck erleiden, und dann immer mit einem sehr günstigen Erfolge, angewendet werden. In hohen Schächten werden sie durch den zu starken Druck zerpulvert und können dadurch eben so unzerstörbar werden, als man es, bloß wegen dieses pulvrigen Zustandes, von der Faserkohle angenommen hat.

Aus diesen Gründen muß eine Backkohle, die den Uebergang in Sinterkohle macht, nämlich eine sich nur schwach aufblähende Backkohle, als die vorzüglichste zur Koakbereitung angesehen werden, wenn die Koaks zur Benutzung in hohen Schachtöfen bestimmt sind. Eine Sinterkohle darf schon nicht viele Ablosungen besitzen, weil sie sich beim Verkoaken zu sehr zerkleinern würde; und eine Sandkohle ist ganz unbrauchbar, wenn sie nicht in großen, zusammenhängenden Massen vorkommt, welche beim Verkohlen große Koaks bilden können. Dann sind diese Koaks aber in Schachtöfen vorzüglich anwendbar, weil sie dem stärksten Druck widerstehen, obgleich sie große Windquantitäten erfordern. Eine etwas backende Kohle hat immer einen wesentlichen Vorzug vor den Sinter- und noch mehr vor den Sandkohlen, weil die natürlichen Zerklüftungen der Steinkohle durch die backende Eigenschaft ganz unschädlich, ja sogar die, durch Faserkohle und durch fremde Beimengungen auf den Kluftflächen veranlaßten Trennungen der Steinkohlenmasse, unnachtheilig gemacht werden. Bei den Sinterkohlen, und noch mehr bei den Sandkohlen, ist schon eine häufige Zerklüftung, die nicht einmal durch wirkliche Kluftflächen, sondern bloß durch die Ungleichartigkeit der Steinkohlenmasse bewirkt worden seyn kann, hinreichend, um die Steinkohle zum Verkoaken ganz unbrauchbar zu machen. Wenn aber Sinter- und Sandkohle so gleichartig, und so wenig zerklüftet, oder durch Faserkohle getrennt sind, daß sie beim Verkohlen große Koaks geben, so haben diese vor den Koaks aus den Backkohlen den doppelten Vorzug, daß man sich auf ihre Reinheit mehr verlassen kann und daß sie sich in Schachtöfen nicht leicht zertrümmern.

Diese Betrachtungen beziehen sich nur auf die in Stücken aus der Grube kommenden und zum Verkohlen bestimmten Steinkohlen. Es fallen aber bei den Gewinnungsarbeiten in der Grube viele kleine Kohlen, auch giebt es Flötze,

welche Kohlen von sehr milder und leicht zerfallender Beschaffenheit führen, so daß die Kohle kaum in großen Stücken, sondern größtentheils im zerkleinerten Zustande gewonnen werden muß. Daß diese kleinen Kohlen nur dann zum Verkoaken geeignet sind, wenn die Steinkohle eine Backkohle ist, und daß die Koaks aus den zerkleinerten Sinter- und Sandkohlen, für den Gebrauch in Schachtöfen, unanwendbar seyn würden, bedarf keiner Erwähnung. Aber dieselben Gründe, aus welchen die Koaks aus den Backkohlen in Stücken häufig sehr unrein ausfallen, und aus welchen diese Koaks zur Anwendung in Schachtöfen unbrauchbar werden können, finden bei den Koaks aus den zerkleinerten backenden Kohlen in einem noch viel höherem Grade statt. Solche Koaks aus zerkleinerten Steinkohlen lassen sich nur anwenden, wenn man die Ueberzeugung haben kann, daß die kleine Kohle durch Beimengungen von Letten, Schieferthon und Faserkohle, in der Grube nicht verunreinigt worden ist, und wenn sich die kleinen Kohlen dabei nicht zu stark aufblähen. Sind die kleinen Kohlen ganz rein aus der Grube gefördert, so können die daraus bereiteten Koaks, in ihrem Verhalten von dem der Koaks aus den Stückkohlen desselben Flötzes nicht abweichen, sondern sie werden sich nur durch eine etwas größere Lockerheit von ihnen unterscheiden. Sind die kleinen Kohlen aber nicht rein gefördert, so werden die daraus darzustellenden Koaks, durch den großen Aschegehalt, so wie durch die Menge von Lösche aus der beigemengten Faserkohle, welche sich in dem Schmelzraum nach und nach anhäuft, mehr oder weniger unbrauchbar.

Das Verkoaken der Steinkohlen im Großen, welches man mit Unrecht auch wohl das Abschwefeln genannt hat, geschieht entweder in Meilern oder in Oefen. Beim Verkoaken in Oefen hat man in der Regel die Absicht, entweder die sich entwickelnden Dämpfe aufzufangen, oder die Produkte von der Destillation so vollständig als möglich in Gasarten um-

zuändern und diese zur Erleuchtung anzuwenden. Die kleinen Kohlen werden gewöhnlich in Oefen verkohlt; für die Stückkohlen bedient man sich aber fast nur der Verkohlung in Meilern und läßt die Produkte von der Destillation unbenutzt. Auch bei der Verkohlung der kleinen Kohlen in Oefen (in so fern sie nicht der Gasgewinnung wegen statt findet) wird auf die Produkte von der Destillation nicht Rücksicht genommen.

Das Verkohlen der Steinkohlen in Meilern.

A. Das Verkoaken der Stückkohlen. Beim Verkohlen der Steinkohlen in Meilern verfährt man sehr häufig mit einer ungleich geringeren Aufmerksamkeit, als bei dem Verkohlen des Holzes, weil die Koaks, wegen ihres dichteren Gefüges und halb geschmolzenen Zustandes, schwerer entzündbar sind als die Holzkohlen, so daß ein stärkerer Luftzutritt als zum Verkohlen nöthig ist, einen geringeren Verlust an Kohle nach sich zieht, wie beim Holz. Dennoch ist es nothwendig, auf diese günstigen Umstände nicht zu sehr zu trotzen. Früher setzte man die Steinkohlen, eben so wie das Holz, in runden Meilern von 10—15 Fuß im Durchmesser dergestalt auf, daß die Kohlen an der Peripherie nur 6—8 Zoll, im Mittelpunkt aber 18—24 Zoll hoch über einander lagen, so daß der Meiler einen Kegel bildete, dessen Oberfläche sorgfältig mit Stroh oder Laub, und dann mit Erde oder Lösche (ganz zerkleinerten Koaks) bedeckt ward, worauf man den Meiler oben an der Spitze mit brennenden Steinkohlen anzündete und das Feuer in gewöhnlicher Art durch Oeffnungen die in der Decke angebracht wurden, dirigirte. Man fand bald, daß man diese Mühe sparen könne und zur Abhaltung eines zu starken Luftzutritts nur nöthig habe, ganz kleine Kohlen zur Meilerdecke zu nehmen, wobei es nur erfordert ward, diejenigen Stellen des Meilers, an denen keine Flamme mehr zum Vor-

schein kam, wo also der Verkohlungsprozeß schon beendigt war, sorgfältig mit zerkleinerten Koaks (Lösche) zu bedecken und dadurch zu ersticken. Statt in runden Meilern, stellte man die Steinkohlen in langen Haufen auf, um ein größeres Quantum von Steinkohlen mit Einemmal verkohlen zu können. Diese Verkohlungsart ist jetzt noch sehr allgemein, obgleich man sich in neueren Zeiten überzeugt hat, daß dadurch ein bedeutender Kohlenverlust durch Verbrennen entsteht, weshalb man an einigen Orten auch zu der älteren Methode des Verkohlens in runden Meilern, mit Vorrichtungen zur Regulirung des Luftzuges, zurück gekehrt ist. Dies Verfahren erfordert indeß, wegen der größeren Sorgfalt, mit welcher die Meiler errichtet werden müssen, so wie wegen der größeren Aufmerksamkeit bei der Behandlung der Meiler, mehr Arbeit, folglich auch größere Löhne, welche man nicht scheuen sollte, weil sie durch das Mehrausbringen an Koaks reichlich gedeckt werden.

Das Verkohlen der Steinkohlen in langen Haufen, ohne Decke, ist ein sehr einfaches Verfahren. Ein geräumiger, ebener und trocken liegender Platz bildet die Verkohlungsstätte. Einem sandigen Boden giebt man zuerst eine Decke aus Lehm und kleinen Staubkohlen, welches Gemenge etwa 6 Zoll hoch aufgetragen, fest gestampft und planirt wird. Beim Fortgang der Arbeit wird die Verkoakungsstätte von selbst durch die zerkleinerten Koaks mit einer natürlichen Decke versehen, so daß man von Zeit zu Zeit sogar genöthigt ist, den Platz von dem zu sehr sich anhäufenden Koakstaub zu befreien. Nach der Richtung der Länge des aufzustellenden Haufens, wird zuerst eine Schnur ausgespannt, welche die lange Axe des Haufens bezeichnet und den Arbeiter zum Anhalten dient. Längs dieser, durch die Schnur bezeichnete Linie, werden, in Entfernungen von 2 zu 2 Fuß (oder bei leicht entzündlichen Steinkohlen in größeren Entfernungen) 24—30 Zoll lange hölzerne Pfähle eingetrieben, welche nach der Aufstellung des

Meilers wieder herausgezogen werden und die Punkte angegeben, an denen der Haufen demnächst angezündet werden soll, weshalb man sie in gleichen Entfernungen von einander aufstellt. Dann werden die größten Kohlenstücken ausgesucht und zu beiden Seiten der durch die Schnur bezeichneten Linie, gegen einander geneigt, aufgestellt, wodurch sich ein natürlicher, in der Mitte des Haufens und nach dessen Länge fortlaufender Luftcanal, bildet. An diese, aus den größten Stücken gebildete Reihe, lehnen sich, auf beiden Seiten des Haufens, die folgenden Reihen von Steinkohlen in immer abnehmender Größe, nach der ganzen Länge des Meilers auf solche Weise an, daß die Zwischenräume so viel als möglich vermieden werden. Die Anzahl der neben einander aufzustellenden Reihen von Steinkohlen hängt von der Breite ab, die man dem Haufen zutheilen will. Gewöhnlich pflegt man sie 10 bis 12 Fuß (also 5 bis 6 Fuß an jeder Seite der Schnur) breit zu machen. Die kleineren Kohlenstücken dienen zur Ausfüllung der Zwischenräume, und die kleinsten, von 2 — 3 Kubikzoll räumlichem Inhalt, werden zu der oberen Schicht, oder zu der Decke angewendet. Die Länge des Haufens ist unwesentlich und richtet sich entweder nach der Länge des Platzes, oder nach dem Bedarf an Koaks, der in einer gewissen Zeit herbeigeschafft werden muß. Man errichtet auf solche Art, Haufen von 100—150 Fuß Länge und richtet, wenn es nöthig ist, mehrere solcher Haufen neben einander auf. Durch die abnehmende Größe der Steinkohlenstücken von der Mitte des Haufens nach dem Fuße desselben, erhält der Haufen im Querdurchschnitt eine tonnengewölbartige Gestalt. Ein sorgfältiges Aufrichten der unteren Steinkohlenschichten, ist bei dem Aufstellen der Haufen die Hauptsache, denn das Auftragen der kleineren Stücken und das Ausfüllen der Zwischenräume kann demnächst leicht und bis zu jeder Höhe geschehen. Die in der unteren Schicht befindlichen Stücken müssen so aufge-

stellt werden, daß der Querbruch der Kohlen gegen die Axe des Meilers gerichtet ist und daß die Steinkohlen mit ihren natürlichen Ablosungsflächen (welche der Fallungsebene des Flötzes parallel sind) neben einander stehen. Die Höhe des Haufens beträgt in der Mitte, längs der durch die Pfähle gebildeten Linie 16 — 22 Zoll und vermindert sich nach beiden Seiten bis zu 6 oder 4 Zoll. Auf die untere Schicht wird niemals eine zweite regelmäßige Schicht aufgetragen, sondern man bedeckt sie mit Steinkohlenstücken, deren Größe ebenfalls um so mehr abnimmt, je näher sie der Oberfläche des Haufens zu liegen kommen. Ganz oben nimmt man die kleinsten Stücken von 1 — 2 Kubikzoll Größe, um alle Zwischenräume möglichst auszufüllen, das Zuströmen der Luft zu verhindern, und eine Art von Decke zu bilden. Je backender die Steinkohlen sind, desto höher können zwar die Haufen gesetzt werden, desto dichter müssen sie aber mit kleinen Kohlen bedeckt seyn, damit ein zu großer Verlust durch Verbrennen vermieden wird. Die Zeichnung Fig. 308. giebt eine Längenansicht von einem auf diese Art errichteten und zum Verkoaken vorbereiteten Kohlenhaufen, und Fig. 309. stellt denselben im Querdurchschnitt dar.

Nach erfolgtem Setzen des Haufens und nachdem die in der Mktte eingeschlagenen Pfähle herausgezogen sind, werden in die dadurch gebildeten Oeffnungen brennende Steinkohlen geworfen, wodurch der ganze Haufen in einer Zeit von 4 — 6 Stunden in Brand geräth. Während der ganzen Zeit des Brennens hat man nur genau zu beobachten, an welchen Stellen die Flamme nachläßt und wo schon die Veraschung, oder das Verbrennen der Koaks eintreten will. Diese Stellen müssen sogleich mit Lösche beworfen werden, um das Feuer zu ersticken. Gewöhnlich erlöscht die Flamme zuerst unten, an beiden Seiten des Haufens. Wie lange derselbe brennen muß, um völlig bedeckt zu werden, hängt von der Be-

schaffenheit der Steinkohle ab. Sehr backende Kohlen erfordern, vom ersten Anzünden bis zum Bedecken der letzten Stelle auf der Oberfläche des Haufens, 36 — 48 Stunden; weniger backende Kohlen sind schon in 12 — 16 Stunden verkohlt. Bei Frostwetter, heiterer Luft und starken Winden erfolgt die Verkohlung schneller als bei Regenwetter und bei stiller Luft. Winde können einen großen Kohlenverbrand veranlassen, wenn man den Haufen nicht schützt, sey es durch eine schwache Decke von Lösche auf der Windseite, oder durch Anhäufung von Lösche ganz in der Nähe des Haufens, um den Wind dadurch von dem Haufen abzuhalten. Stärkerer Dampf zeigt immer eine backendere Kohle an und läßt ausgedehntere und leichtere Koaks erwarten, als ein schwaches Dampfen, wobei man gewöhnlich dichte und feste Koaks erhält. Dies gilt indeß nur bei Steinkohlen, die auf einer gleichen Stufe des Kohlegehaltes stehen, denn Steinkohlen, bei welchen das Verhältniß des Kohlenstoffs zum Sauer- und Wasserstoff sehr groß ist, werden äußerst wenig dampfen und können dennoch stark aufgeblähete Koaks liefern, wenn das Verhältniß des Wasserstoffs zu dem des Sauerstoffs sehr groß ist. Der mit Lösche bedeckte Haufen muß, ehe das Feuer ganz erstickt, 3 bis 4 Tage lang mit seiner Decke stehen bleiben. Dann können die Koaks von der kurzen Seite des Haufens ausgezogen werden.

So einfach dies Verfahren ist, eben so unvollkommen muß es genannt werden, weil ein großer Kohlenverlust durch Verbrennen unvermeidlich ist. Man hat daher die ältere Verkohlungsmethode in runden Meilern, mit einigen Modifikationen welche zur Vereinfachung des Prozesses dienen, an einigen Orten wieder eingeführt, und es ist nicht zu bezweifeln, daß man die Verkohlung in Haufen nach und nach gänzlich aufgeben wird. Das vereinfachte neuere Verfahren besteht darin, daß man in der Mitte des runden Meilers einen klei-

nen Ofen, oder eine Esse aus Ziegelsteinen aufrichtet, um welche die zu verkohlenden Steinkohlen in concentrischen Reihen aufgestellt werden. Eine solche Esse stellt Fig. 311. umgeben mit den zu verkohlenden Steinkohlen im Durchschnitt dar. Die Höhe der Esse hängt vorzüglich von der Höhe ab, die man den Meiler in der Mitte zutheilen will. Man pflegt die Meiler nicht höher als etwa 3½ Fuß aufzustellen, weil die Kohlen bei größerer Höhe einen zu großen Druck zu erleiden haben. Bei backenden Kohlen würde eine größere Höhe ein Zerdrücken der Koaks bewirken, und bei nicht backenden Kohlen erschwert die größere Höhe die vollständige Verkohlung. Die Esse ragt über dem aufgerichteten Meiler noch einige Zolle bis 1 Fuß hervor, welches ziemlich gleichgültig ist. Die aus Ziegelsteinen gebildete Umfassungswand der konischen Esse, braucht nicht stärker als 6 Zoll zu seyn. Daß man die Esse und den Essenschacht nicht cylindrisch sondern konisch aufführt, geschieht vorzüglich nur aus dem Grunde, damit man den ganzen Meiler die kegelförmige Gestalt geben und die Kohlenstücken bequemer neben einander aufrichten kann. Der Durchmesser des Essenschachtes ist daher auch ziemlich gleichgültig. Der auf der Zeichnung dargestellte Schacht hat unten einen Durchmesser von 1′ 3″ und oben von 8 Zoll. Eine Weite von 12 und von 6 Zoll würden auch genügen. Man giebt der Essenmündung gerne eine aus einer ringförmigen gegossenen eisernen Platte bestehende Bekleidung, theils damit sich das Mauerwerk nicht ausbröckelt, theils damit eine gegossene eiserne Platte, mit welcher der Essenschacht in einer gewissen Verkohlungsperiode bedeckt wird, dichter schließt. Die Essenmauer ist bis zu der Höhe des eigentlichen Kohlenmeilers, vom Fuße der Mauer an, mit concentrischen Reihen von Oeffnungen versehen, welche auf eine einfache Weise durch Aussparen der Ziegel beim Aufmauern der Esse gebildet werden. Diese Oeffnungen sollen das Innere des Kohlenmeilers mit

dem Essenschacht in Verbindung setzen. Die Steinkohlen werden, mit ihrem Querbruch gegen die Esse gerichtet, in kreisrunden Reihen rings um die Esse aufgestellt, so daß die äußeren Kreise immer niedriger werden. Deshalb werden zu den inneren Reihen die größeren und zu den äußeren Reihen in abnehmender Größe die kleineren Kohlen ausgewählt. Es muß aber zugleich auf Züge Rücksicht genommen werden, welche auf der Sohle des Meilers, von der Peripherie zu dem Essenschacht führen. Man bildet diese Züge entweder durch hohl gelegte Ziegelsteine, oder auch wohl nur ganz einfach dadurch, daß man durch das Gegeneinanderstellen der Kohlenstücken selbst, einige Luftkanäle bildet. Die Anzahl dieser Luftkanäle ist theils von dem Durchmesser oder von der Größe des Meilers, theils von der Beschaffenheit der Steinkohle abhängig. Größere Meiler und weniger entzündbare Kohlen erfordern mehr Luftkanäle. Ein Meiler von mittlerer Größe erhält etwa 18 Fuß im Durchmesser und für einen solchen Meiler sind 6 bis 8 Luftkanäle ganz zureichend. Die Zeichnung Fig. 310. stellt den Grundriß eines Kohlenmeilers vor, der 18 Fuß im Durchschnitt hat, wo a die in der Mitte aufgerichtete Esse und b die Richtung der Luftkanäle andeuten. Den fertig gesetzten kegelförmigen Meiler stellt, wie schon erwähnt, die Zeichnung Fig. 311. im Durchschnitt dar. Auf die erste oder unterste Kohlenschicht folgt eine zweite, auf diese eine dritte u. s. f. bis der Meiler in der Mitte die Höhe von $3\frac{1}{2}$ Fuß erreicht hat. Die Zwischenräume werden ebenfalls mit kleinen Kohlen ausgefüllt und die kleinsten Stücken, wie gewöhnlich, oben zur Decke und zum Ausgleichen angewendet. Um das Anbrennen des Meilers zu befördern, pflegt man auf die Sohle des Essenschachtes trockne Holzspäne zu bringen und auch die unteren Zuglöcher in der Essenmauerung mit Spänen anzufüllen. Das Anzünden selbst geschieht durch brennende Steinkohlen, die von oben in den Essenschacht geworfen wer-

den. Die Behandlung des Meilers beim Verkohlen ist verschieden, je nachdem man auf die Verkoakung mehr oder weniger Sorgfalt und Kosten verwenden will. Das eine Verfahren, welches nur bei sehr leicht entzündbaren und stark backenden Steinkohlen nöthig ist, besteht darin, daß man den fertig gesetzten Kohlenmeiler, etwa 3 Zoll dick mit angefeuchteter Koaklösche bedeckt, so daß Flamme und Rauch gar nicht durchdringen können, sondern durch die Esse selbst abgeführt werden. Der erforderliche Luftzug wird, eben so wie bei den Holzkohlenmeilern, durch Oeffnungen am Fuße des Meilers herbeigeführt. Man läßt den Meiler 48—56 Stunden, oder vielmehr so lange im Feuer, bis sich weder Rauch noch Flamme mehr aus dem Essenschacht erheben. Dann wird die Essenmündung mit dem eisernen Deckel verschlossen und alle Oeffnungen in der Meilerdecke werden fest verstopft, um das Feuer zu ersticken, welches nach Verlauf von etwa 3 Tagen so weit erloschen ist, daß die Koaks ausgezogen werden können. — Das zweite Verfahren besteht darin, daß der Meiler gar keine Decke von Lösche erhält. Die Flamme bricht dann immer zunächst der Esse zuerst aus dem Meiler, und man bedeckt die Oberfläche des Meilers immer an den Stellen, wo keine Flamme mehr zum Vorschein kommt. Es wird dabei also fast eben so verfahren, wie bei der Verkohlung in langen Haufen, nur daß das Anzünden des Meilers unten und in der Mitte desselben statt findet, und daß sich das Feuer von innen nach außen verbreitet, wodurch das Verbrennen einer ziemlich bedeutenden Quantität Kohlen, welche man im Durchschnitt zu 5 Procent annehmen kann, vermieden wird. Bei dieser Verkoakungsart dient die Esse zuerst zum Anzünden des Meilers, denn sie wird sogleich mit der eisernen Platte zugedeckt, sobald sich, nach dem erfolgten Anzünden, ein starker Dampf und Flamme aus dem Essenschacht erheben. Die Flamme muß nun durch den Meiler selbst dringen, auf dessen

Oberfläche ein hinreichend starker Luftzutritt statt findet, so daß der Luftzug, welcher durch das Offenbleiben des Essenschachtes veranlaßt werden würde, vermieden werden muß. Wenn das Feuer auf allen Punkten der Oberfläche des Meilers durchgebrochen ist, und wenn der Meiler die Decke von Lösche überall erhalten hat, so wird die Platte von der Mündung des Essenschachtes abgenommen, so daß die sich noch entwickelnden Dämpfe jetzt aus dem Essenschacht abziehen müssen, wobei die Luftkanäle zum Reguliren des Luftzutrittes dienen. Nach 24 Stunden kann der Meiler seine ganze Decke schon erhalten haben und es ist besser die Decke zu früh als zu spät zu geben, weil die vollkommne Verkohlung demnächst unter der Decke erfolgen soll. Dabei ist es indeß nöthig, nicht zu viel Luft durch die Züge oder Kanäle eintreten zu lassen. Die Periode der vollständigen Verkohlung läßt sich durch einen stärkeren Luftzutritt zwar bedeutend abkürzen, jedoch immer nur auf Unkosten des Koakausbringens. Wenn aus der Essenmündung keine röthliche Flamme mehr aufsteigt, — welches gewöhnlich schon 24 Stunden nach erfolgtem Abheben der eisernen Platte, oder nach dem gänzlichen Bedecken des Meilers geschehen kann, — so wird die Essenmündung wieder mit der Platte geschlossen, und alle Luftkanäle werden sorgfältig mit Lösche bedeckt, um das Feuer im Meiler zu ersticken. Bei dieser zweiten Methode wird also in der letzten Verkohlungsperiode eben so verfahren, wie bei der ersten Methode, und man giebt die Decke erst später, weil zu Anfange des Prozesses kein Verbrennen von schon erzeugtem Koak zu befürchten ist. Bei der Verkohlung in Haufen ist man genöthigt, das Bedecken des Haufens erst dann statt finden zu lassen, wenn sich schon Asche von verbrannten Koaks auf der Oberfläche zu zeigen anfängt, weil man bei einem zu frühen Bedecken keine vollständige Verkohlung bewirken würde. Bei der Verkohlung in Meilern mit der Zugesse und mit Luftka-

nälen wird die Decke schon vor der vollständigen Verkohlung gegeben und diese demnächst durch die Oeffnungen in der Decke bewirkt u. s. f.

B. Das Verkoaken der kleinen Steinkohlen (der Staubkohlen). So wie überhaupt nur diejenigen kleinen Steinkohlen, welche Backkohlen sind, verkoakt werden können; so ist die backende Eigenschaft besonders dann nothwendig, wenn die Verkohlung nicht in Oefen statt findet. Das Verkoaken der kleinen Steinkohlen in Haufen ist sehr wenig gebräuchlich, sondern es findet fast überall in Oefen statt. Aber das Verfahren, welches auf dem Eisenhüttenwerk zu Janon bei Saint-Etienne statt findet, und welches Hr. Delaplanche (Ann. d. mines. XIII. 505) beschrieben hat, ist sehr empfehlens- und nachahmenswerth. Die kleinen Kohlen werden auf einer besonders dazu bestimmten Fläche ausgebreitet und mit Wasser so stark angefeuchtet, daß sie zusammenballen. Die Verkoakung dieser angefeuchteten und dadurch formbar gewordenen kleinen Kohlen, geschieht in Haufen in freier Luft. Den Haufen kann man die Gestalt eines abgekürzten Kegels oder einer abgekürzten Pyramide geben. Bei den runden oder konischen Haufen beträgt der Durchmesser der Grundfläche 12 Fuß, der des oberen abgekürzten Theils des Kegels 7 Fuß, und die senkrechte Höhe des Haufens $3\frac{1}{2}$ Fuß, so daß die Dossirung ziemlich stark ist. Die pyramidalen Haufen haben eine Länge von 40, 50, 60 Fuß und darüber, welches sich nach der Lokalität richtet, bei einer Breite von 4 Fuß der unteren Grundfläche, und von 2 Fuß der oberen Fläche der abgekürzten Pyramide; die Höhe dieser Haufen ist ebenfalls $3\frac{1}{2}$ Fuß. Damit die kleinen Kohlen die angegebene äußere Gestalt der Haufen annehmen, setzt man einen solchen abgekürzten Kegel oder eine solche abgekürzte Pyramide, aus einer hohlen hölzernen Form zusammen, in welcher die angefeuchteten kleinen Kohlen hineingestampft oder eingeformt wer-

den. Die hölzerne Form besteht aus einzelnen Brettern, welche nach Art der Formkasten, durch eiserne Krampen zusammengehalten werden, so daß sie sich leicht an einander fügen und eben so leicht wieder auseinander nehmen lassen, wenn das Einstampfen der kleineu Kohlen geschehen ist. Bei den konischen Haufen haben die einzelnen Bretter, aus welchen die hölzerne Form zusammengesetzt ist, eine, der Dossirung angemessene keilförmige Gestalt. Um der Luft einen Zutritt in das Innere des Haufens zu verschaffen, befinden sich in den Brettern, aus welchen die äußere Form besteht, kreisförmige Oeffnungen von 3 bis 4 Zoll im Durchmesser, und zwar in drei vertikalen Reihen über einander, etwa so wie bei den Oeffnungen (Raumlöchern) eines Meilers. Die unterste Reihe ist ganz unten an der Grundfläche, die zweite Reihe im ersten Drittel, und die dritte Reihe im zweiten Drittel der Höhe des Haufens angebracht. Die Oeffnungen sind in jeder Reihe etwa 2 Fuß von einander entfernt und für die drei Reihen so angebracht, daß sie nicht gerade über einander stehen, sondern Dreiecke bilden, um die Circulation der Luft im Haufen zu befördern. Durch diese Oeffnungen werden 3 bis 4 Zoll im Durchmesser starke Cylinder von Holz gesteckt, welche an dem einen, nach innen gekehrten Ende etwas schwächer sind, damit sie sich, nach erfolgtem Einstampfen der Kohlen, leicht ausziehen lassen, zu welchem Zweck man sie auch an dem äußeren Ende mit einem eisernen Ringe versieht. Diese hölzernen Cylinder stehen im Inneren des Kohlenhaufens sämmtlich mit einander in Verbindung und bilden Luftkanäle, von welchen auf dieselbe Weise auch ein senkrechter bei den konischen, und mehrere senkrechte bei den pyramidalen Haufen angebracht werden, um die horizontalen Luftkanäle mit einander in Verbindung zu bringen. Die Zeichnung Fig. 338. ist die perspektivische Ansicht einer zusammengesetzten hölzernen konischen Form, und Fig. 340. zeigt eine zusammengesetzte pyramidale

Form in der Perspektive. Fig. 339. zeigt die Art, wie bei den konischen Formen die Luftkanäle durch Cylinder gebildet werden, und Fig. 341. das Verfahren bei den pyramidalen Haufen. Wenn die äußere hölzerne Form aufgestellt und zusammengesetzt ist, begiebt sich ein Arbeiter in diese Form, um das Einstampfen der Kohlen zu verrichten. Die hölzernen Cylinder der untersten Reihe werden sogleich in die für sie bestimmte Oeffnungen gelegt; die der zweiten und dritten Reihe aber erst alsdann, wenn der Haufen bis zu diesen Höhen eingestampft worden ist. Die Cylinder, welche die senkrechten Luftkanäle bilden sollen, müssen aber sogleich mit aufgestellt und eingestampft werden. Haben die Kohlenhaufen die Höhe von 3½ Fuß erreicht, so werden zuerst die hölzernen Cylinder, vermittelst der Ringe, mit welchen sie aus den Oeffnungen der hölzernen Form vorragen, herausgezogen; alsdann nimmt man die hölzerne Form selbst auseinander und die Haufen sind nun zum Anzünden bereit. Das Anzünden muß mit kleinen Stückkohlen geschehen, welche auf die Oberfläche des Haufens aufgeschüttet und angezündet werden, indem sich das Feuer alsdann durch die Luftkanäle verbreitet. Deshalb müssen auch die senkrechten Luftzüge unbedeckt und offen bleiben. Es ist nicht nöthig, die ganze Oberfläche eines Haufens mit kleinen Stückkohlen zu bedecken, sondern es genügt schon, wenn nur rings um die obere Fläche einzelne kleine Haufen aufgestürzt werden. Das Offenhalten der Luftkanäle, wenn die kleinen Kohlen Feuer gefangen haben, ist sehr nothwendig und muß vermittelst eiserner Brechstangen von Zeit zu Zeit geschehen. Das Anzünden der Haufen von unten ist nicht anzurathen, weil die Haufen, durch das Aufblähen der Koaks, sehr bald ihre Gestalt verlieren würden. Wenn der Haufen zwar schon verkoakt ist, d. h. wenn er keine Flamme mehr giebt, sich aber doch in voller Gluth befindet, bringt man etwas Wasser in das Innere des Haufens, und zwar so sehr

als möglich in den Mittelpunkt. Das Feuer gewinnt dadurch neue Kraft und es verbreitet sich ein sehr übel riechender Dampf. Wenn dieser nachgelassen hat, wird auf gewöhnliche Weise zum Löschen des Haufens geschritten. Bei sehr backenden Kohlen bilden die Koaks zusammenhängende große Stücke, welche zerschlagen werden müssen. Zur Verkohlung eines Haufens ist ein Zeitraum von 6—8 Tagen erforderlich.

Das Verkohlen der Steinkohlen in Oefen.

Das Verkohlen der Steinkohlen in Oefen, durch Destillation in verschlossenen Gefäßen, mit Anwendung von äußerer Hitze, ist gar nicht gebräuchlich, weil dies Verfahren zu kostbar seyn würde. Nur dann, wenn es darauf ankommt, die bei der trocknen Destillation sich entwickelnden Gasarten zu der so genannten Gaserleuchtung zu benutzen, muß die Verkohlung in verschlossenen eisernen Cylindern u. s. f. geschehen. Dann ist aber die Gasgewinnung die Hauptsache und die der Koaks nur Nebensache. Dies Verfahren kann daher füglich übergangen werden. Zu dieser Destillation sind übrigens die Stückkohlen eben so gut wie die Staubkohlen anzuwenden wenn sie diejenige Zusammensetzung haben, welche dem Zweck am mehrsten entspricht, wie schon oben erörtert worden ist.

A. Das Verkoaken der Stückkohlen. In solchen Verkoakungsöfen, in denen die Steinkohlen nicht durch äußere Hitze, sondern durch ein langsames und regelmäßiges Hinzutreten von atmosphärischer Luft verkohlt werden, lassen sich die Vortheile der Gewinnung der beim Verkohlen entweichenden Produkte, in so ferne diese nicht aus Gasarten, sondern aus kondensirbaren Flüssigkeiten bestehen, mit der Koakerzeugung vereinigen. Zum Verkoaken in Oefen wählt man gewöhnlich schwach backende Steinkohlen, theils weil sie viel Bitumen oder Ther ausgeben, also mit den größten Vortheilen in den Oefen verkoakt werden können; theils weil sie

sich in Oefen leichter verkoaken lassen, und keinen so starken Luftzutritt erfordern, als die Sinter- und Sandkohlen. Aber diejenigen Backkohlen, welche sich stark aufblähen, sind zum Verkoaken in Oefen kaum geeignet, weil sie den Luftzug verhindern, ganz besonders aber weil es sehr große Schwierigkeiten haben würde, die zusammengebackene Koakmasse aus dem Ofen zu bringen.

Obgleich die Gestalt des Ofenschachtes ziemlich gleichgültig ist, so wählt man doch gewöhnlich einen runden Schacht, wegen der leichteren Regulirung des Feuers. Die gewöhnliche Größe solcher Oefen ist auf einen räumlichen Inhalt von 250—300 Kubikfuß berechnet, indem man den Schacht unten 5—7 Fuß im Durchmesser weit, und etwa 8 Fuß hoch macht. Oben zieht sich der Schacht in Gestalt eines Backofens zusammen und behält nur eine Oeffnung von $2\frac{1}{2}$ bis 3 Fuß im Durchmesser, welche mit einer gut passenden gepossenen eisernen Platte bedeckt werden kann. Die Umfassungsmauer muß aus sehr guten, und der eigentliche Kernschacht aus feuerfesten Ziegeln bestehen. Sie darf nicht zu dünne und muß gegen daß Reißen durch umgelegte eiserne Bänder oder Anker möglichst gesichert seyn. Auf der Sohle des Ofenschachtes befindet sich, in der Mitte desselben, eine etwa 3 Fuß im Durchmesser große Rostöffnung, welche entweder mit einer eisernen Platte bedeckt ist (Fig. 327.), in welcher sich einzelne Oeffnungen zum Durchströmen der Luft befinden, oder welche man auch mit ganz dicht neben einander liegenden Roststäben belegen kann. Diese Rostöffnung ist indeß ganz überflüssig, häufig sogar nachtheilig, weil sich der Luftzutritt dann niemals ganz vollkommen vermeiden läßt. Besser ist es, dem Ofen eine ganz feste und massive Sohle zu geben. An der einen Seite befindet sich in der Ofenmauer eine 5 Fuß hohe und $2\frac{1}{2}$ Fuß breite Oeffnung, durch welche die Steinkohlen bis zu einer gewissen Höhe eingetragen, die fertigen Koaks aber aus

dem Ofen gezogen werden. Diese Oeffnung ist beim Verkoaken vermauert, weshalb man sie äußerlich noch wohl mit einer eisernen Thüre versieht, um die verlorne Mauer desto schwächer einrichten, nämlich sie schneller aufführen und wieder wegnehmen zu können. In der Umfassungsmauer des Schachtes sind vier horizontale Reihen von Zuglöchern oder Registern von etwa 1½ Zoll im Durchmesser (gewöhnlich eiserne Röhren) in gleichen Entfernungen von einander, zur Direktion des Luftzutrittes angebracht. Die unterste Reihe von 6 Zuglöchern befindet sich im Niveau der Sohle des Ofens, und die folgenden 3 Reihen sind etwa 18 Zoll in senkrechter Richtung von einander entfernt. Oben, in der Nähe der Mündung, oder der Oeffnung des Schachtes, ist eine eiserne Röhre von 8 bis 10 Zoll im Durchmesser durch die Ofenmauer gelegt, welche zur Abführung der Dämpfe zu den Condensirungsvorrichtungen bestimmt ist. Diese Vorrichtungen können entweder gewöhnliche Kühlfässer, oder große Verdichtungskammern seyn, in welchen der Dampf hin und her geleitet wird (Archiv f. Bergb. I. Hft. 2. S. 81). In den Zeichnungen Fig. 325 und 326., stellt Fig. 325. die vordere Ansicht und Fig. 326. den Durchschnitt nach der Höhe des Ofens vor, wo a der Kernschacht aus feuerfesten Ziegeln, b der aus einer gegossenen eisernen Platte bestehende Rost (welcher aber besser ganz fehlen kann), c die Einsetzthüre von Gußeisen, d die Zuglöcher oder Register, welche ein gegossenes eisernes Futter erhalten und von denen ein jedes Futter mit einem eisernen Stöpsel versehen ist, — e die obere Deckplatte auf der Mündung des Schachtes, ebenfalls von Gußeisen, und f die eiserne Röhre, durch welche die Dämpfe zum Condensirungsapparat geleitet werden. g sind die eisernen Ringe und Armaturen des Ofens. Die Mündung des Schachtes oder der Schachtkranz ist mit einer gegossenen eisernen ringförmigen Platte h eingefaßt; welche mit einem Ansatz verse-

hen ist, der noch in den Schacht hineinragt, damit die Schachtmauerung beim Einfüllen der Kohlen nicht leidet.

Auf die Sohle des Ofens, oder auf die Rostplatte, wenn eine solche vorhanden ist, bringt man zuerst einige Holzspäne, oder andere leicht entzündliche Substanzen, damit die Kohlen sich bald entzünden können. Hat man die Steinkohlen beinahe bis zur Höhe der Thüröffnung eingetragen, so wird der obere Theil des Ofens, bis zur Dampfableitungsröhre f, durch die obere Schachtmündung angefüllt, während die Thüröffnung, — bis auf einen Kanal zur Einbringung des Feuers, weshalb auch beim Eintragen der Steinkohlen auf eine Zündgasse auf der Sohle des Ofens Rücksicht genommen werden muß, — zugemauert wird. Ist der Ofen bis an die untere Mündung der Dampfröhre vollgefüllt, so wird die obere Schachtöffnung mit der eisernen Platte fest verschlossen und zur Abhaltung alles Luftzutrittes mit Lehm verstrichen. Das Anzünden kann entweder von unten durch die Rostöffnung geschehen, oder durch eine Zündgasse, mit welcher eine Oeffnung in der Einsetzthüre c korrespondirt, welche demnächst ebenfalls sorgfältig verschlossen wird. Zugleich werden die drei oberen Reihen von Registern geschlossen, die untere Reihe aber geöffnet. Nach 8—10 Stunden kann man das Feuer schon durch die Register der zweiten Reihe warnehmen, welches von Zeit zu Zeit untersucht werden muß, worauf dann die unterste Reihe geschlossen und die zweite geöffnet wird. Nach 10 Stunden etwa schließt man die zweite, öffnet die dritte, und nach Verlauf von abermals 16 Stunden schließt man die dritte und öffnet die vierte Reihe, welche aber nur etwa 3 Stunden offen bleibt und dann ebenfalls fest verschlossen werden muß, in welchem Zustande der Ofen bis zum Ausziehen der Koaks stehen bleibt. Das Ausziehen erfolgt schon nach Verlauf von 12 Stunden, zu welchem Zweck die Thüröffnung aufgerissen wird, um die glühenden Koaks mit langen eisernen Hacken

ausƶuziehen, wobei ſie ſtets mit Waſſer begoſſen oder gelöſcht werden. — Die Kohlen dürfen im Ofen niemals flammen, ſondern nur glimmen und ſie müſſen eine dunkelorange Farbe zeigen. Wird die Flamme heller, oder gar weiß, ſo werden die Zuglöcher verſchloſſen und der Aſchenfall muß dann mög= lichſt verdichtet werden. Dies iſt auch bei ſtürmiſchem Wetter nothwendig, weshalb die Oefen mit feſter Sohle, ohne Roſt= öffnung, vorzuziehen ſind. Auf der Windſeite müſſen die Re= giſter wenig oder gar nicht geöffnet werden. Ehe die Kohlen in der nächſt untern Reihe nicht durch ſämmtliche Regiſteröff= nungen mit der Orangefarbe erſcheinen, darf die nächſt obere Reihe nicht geöffnet werden. Bliebe eine Regiſteröffnung zu lange zurück, ſo muß man die Kohlen mit einem glühenden Eiſen, welches durch die Oeffnung geſteckt wird, in Brand zu ſetzen ſuchen. — Die im Ofen erzeugten Koaks ſind immer dichter und feſter als die aus den Haufen und Meilern er= haltenen, weil ſie durch die Ofenwände zuſammengedrückt wer= den und ſich weniger ausdehnen können. Dem Volumen nach erhält man daher aus einer gewiſſen Quantität Steinkohlen in den Oefen weniger Koaks als in den Haufen und Mei= lern; dem Gewicht nach dürfte das Ausbringen an Koaks in beiden Fällen ziemlich gleich ſeyn. In allen Gegenden wo die Nebenprodukte von der Verkoakung einen größeren Werth haben, als die Koſten der Anlage und Unterhaltung der Oe= fen und als die höheren Löhne beim Verkoaken in Oefen, würde die Verkohlung der Stückkohlen, in ſo fern ſie nicht zu ſehr backen, zu empfehlen ſeyn.

B. Das Verkoaken der kleinen Kohlen. Am zweckmäßigſten geſchieht daſſelbe auf überwölbten Heerden, die ſich von ganz gewöhnlichen Backöfen faſt nur dadurch unter= ſcheiden, daß ſie ein flacheres Gewölbe erhalten. Ein Luftzu= tritt findet nur durch die Einſetzöffnung ſtatt, indem die Ver= kohlung in der Hauptſache durch die Glühhitze, in welche der

Ofen versetzt wird, bewerkstelligt werden muß. In einem noch kalten Ofen lassen sich die kleinen Kohlen daher nicht ohne großen Verlust verkohlen, weil die zur Zersetzung erforderliche Hitze nur durch Luftzutritt, nämlich durch das Verbrennen der Kohlen bewirkt werden kann. Erst nachdem mehrere Einsätze verkohlt und die Ofenwände dadurch in Glühhitze gekommen sind, findet die Verkohlung ohne einen großen Verlust von darstellbarer Kohle statt.

Eie einfachste Einrichtung von solchen Verkohlungsöfen stellen die Zeichnungen Fig. 318. im Grundriß, Fig. 320. im Durchschnitt nach E F, Fig. 321. im Durchschnitt nach C D des Grundrisses, und Fig. 319. in der vorderen Ansicht dar. Gewöhnlich legt man eine ganze Reihe von solchen Oefen neben einander. Man pflegt die Heerde so groß zu machen, daß sie 10 bis 12 Kubikfuß Staubkohlen aufnehmen können, wenn diese in einer Höhe von etwa 6 Zoll auf dem Heerde ausgebreitet werden. Eine längliche Gestalt theilt man dem Heerde deshalb zu, damit die vordere Oeffnung nicht zu groß ausfällt; übrigens ist das Verhältniß des kleineren zu dem größeren Durchmesser der Heerdfläche ziemlich gleichgültig, so daß sich die Grundfläche des Heerdes füglich noch mehr der Kreisfläche nähern kann, als bei dem in der Zeichnung angegebenen Ofen, welcher in Oberschlesien (Zabrze) zur Koakbereitung aus kleinen Kohlen angewendet wird. Eben so kann auch das den Heerd umgebende Gewölbe mit besserem Erfolge noch ungleich flacher gemacht werden, wenn das Material, aus welchem das Gewölbe angefertigt wird, durch die Hitze nicht leidet. Je flacher das Gewölbe seyn kann, desto günstiger wird der Erfolg der Verkohlung seyn müssen, indeß ist man, bei einem weniger feuerbeständigen Material, zu höheren Gewölben genöthigt. Der Heerd, welcher aus möglichst guten Mauerziegeln besteht, die auf der hohen Kante neben einander gestellt und in Thonmörtel gelegt werden, ruht auf

einer Ausfüllung von Stein, Schlacken, trocknem Sand u. s. f. Das Gewölbe kann aus feuerfestem Thon, wo dieser wohlfeil zu haben ist, aus guten Mauerziegeln, oder aus feuerbeständigem Sandstein, wenn dieser vorhanden ist, angefertigt werden. Setzt man das Gewölbe aus Steinen zusammen und wird es nicht aus Thon geschlagen, so muß die Anwendung des Kalkmörtels vermieden werden, weil die schwefligte Säure und überhaupt die sauren Dämpfe den Kalkmörtel zerstöhren. Man bedeckt das Gewölbe mit einer Lehmschicht und zuletzt mit trocknem Sand, um die kalte Luft von dem erhitzten Gewölbe abzuhalten. Auf der Zeichnung ist a eine Ausfüllung von Ziegelschutt und Sand unter dem Heerde, b das den Heerd umgebende Gewölbe von Mauersteinen, c die Lehmdecke über dem Gewölbe, d eine Ausfüllung von trocknem Sand. Die Oeffnung e in der Vorwand des Ofens dient zum Eintragen der zu verkohlenden Staubkohlen und zum Ausziehen der Koaks, welche auf der schiefen Ebene f hinabgezogen werden. Das Abziehen der Flamme und der Dämpfe findet durch einen Schlitz in der Vorwand des Ofens über der Einsetzöffnung statt. Auf der Zeichnung ist, statt des Schlitzes nur die schmale Oeffnung g zu diesem Zweck angedeutet, welche hinreichend ist, die Flamme und die Dämpfe abzuführen, wenn die Kohlen nicht von stark backender Beschaffenheit sind, welche aber breiter seyn muß, wenn eine sehr starke Dampfentwickelung zu erwarten ist. Bei anderen Oefen findet die Einrichtung statt, daß Dampf und Flamme aus einer, in der Seitenmauer des vorderen Gewölbes angebrachten Oeffnung abziehen. Diese Einrichtung ist auf der Zeichnung durch die punktirte Oeffnung h angegeben, welche zu einer kleinen, seitwärts befindlichen senkrechten Esse führt, aus welcher die Dämpfe abziehen. Vor der Einsetzöffnung befindet sich ein Quereisen i, welches nur als Unterlage für die Werkzeuge dient, die zum Ausziehen der fertigen Koaks gebraucht werden. — Man bringt den

Ofen gewöhnlich zuerst durch Verbrennen von kleinen Stückkohlen in Hitze, weil die Staubkohlen, indem sie sehr dicht über einander liegen, in dem kalten Ofen kaum, oder wenigstens so langsam verbrennen würden, daß die Ofenwände dadurch nicht hinreichend erhitzt werden können. Hat man aber die Erhitzung des Ofens bewirkt, so werden sogleich 10—12 Kubikfuß Staubkohlen eingetragen und über den ganzen Heerd in gleicher Höhe ausgebreitet, worauf sie sogleich in Brand gerathen. So lange noch Rauch und Flamme zum Vorschein kommen, darf der Verkohlungsprozeß nicht gestört werden. Wenn aber das Rauchen aufhört, keine Flamme mehr erscheint, und sich eine weiße Flugasche auf der Oberfläche der Kohlen zu bilden anfängt; so dämpft man die Hitze mit Wasser, zieht die fertigen Koaks mit einer eisernen Kratze heraus, löscht sie vor dem Ofen vollends mit Wasser, und schreitet sogleich wieder zu einer neuen Besetzung des Ofens. Der ganze Verkohlungsprozeß dauert etwa 6 Stunden. Die Arbeit geht ununterbrochen Tag und Nacht so lange fort, bis etwa eine Reparatur des Heerdes oder des Gewölbes nothwendig wird. Bei einem guten feuerfesten Material, kann der Ofen viele Monate lang betrieben werden.

Man giebt diesen Verkohlungsöfen zuweilen eine andere Einrichtung die aus den Zeichnungen Fig. 322, 323 und 324 hervorgeht, bei welchen Fig. 322. den Grundriß, Fig. 323. den Durchschnitt nach A B des Grundrisses, und Fig. 324. die vordere Ansicht des Ofens darstellen. Der Heerd bildet ein längliches Oval aus Mauerziegeln, welche ebenfalls auf einer Füllung von Schutt, Schlacken und Sand ruhen. Das Gewölbe über dem Heerde besteht aus feuerfestem Thon, oder in Ermangelung desselben aus Mauerziegeln oder aus anderen feuerfesten Steinen, die in Thonmörtel liegen. Der höchste Punkt des Gewölbes, über dem Mittelpunkt des Ofens, ist mit einer kurzen Esse, oder mit einem Schornstein versehen,

durch welchen die Dämpfe abziehen. Die Oeffnungen zum Einsetzen der kleinen Kohlen und zum Ausziehen der fertigen Koaks, befinden sich an den beiden einander gegenüber stehenden schmalen Seiten des Heerdes, welcher von der Mitte, nämlich von dem kurzen Durchmesser der Heerdfläche bis zu diesen Oeffnungen, ein schwaches Abfallen erhält. Die Einsetzöffnungen, welche mit eisernen Rahmen, oder mit gegossenen eisernen Platten ausgefüttert sind, damit das Mauerwerk beim Ausziehen der Koaks nicht leidet, werden noch mit einer Fallthüre versehen, die sich vermittelst eines Gegengewichtes leicht auf- und niederschieben läßt. In diesen beiden Thüren befinden sich mehrere kleine Löcher zum Einströmen der atmosphärischen Luft. Es ist nämlich nothwendig, die Oeffnungen beim Betriebe des Ofens vermittelst der Thüren zu schließen, um ein zu starkes Verbrennen der Kohlen zu verhindern. Bei dem vorhin beschriebenen einfachen Ofen ist dies weniger zu befürchten, weil der Luftzug durch eine einzige Oeffnung ungleich geringer ist. Das Gewölbe des Ofens erhält ebenfalls noch eine Decke, um die Abkühlung durch die kalte Luft zu vermindern. Wenn ein solcher Ofen in Betrieb gesetzt werden soll, so muß er ebenfalls durch Verbrennen von kleinen Stückkohlen zuerst in Hitze gebracht werden. Alsdann erfolgt das Eintragen der kleinen Kohlen, zunächst auf der einen, sodann auf der andern Seite des Ofens. Bei dem ersten Eintragen werden nicht mehr kleine Kohlen genommen als erforderlich sind, um den Heerd etwa in einer Höhe von 1½ Zoll zu bedecken. Die kleinen Kohlen fangen sogleich an mit Flamme zu brennen, in welchem Zustande man den Ofen, mit niedergelassenen Thüren, so lange läßt, bis sich keine Flamme mehr zeigt. Alsdann wird zuerst die eine Hälfte des Heerdes, bis zur Mitte, durch die Einsetzöffnung, mit kleinen Kohlen bedeckt, welche einen Haufen bilden, der nur einige Zoll höher ist, als die Höhe der Einsetzöffnung beträgt. Die

Thüre wird sodann niedergelassen und von den darin befindlichen Oeffnungen bleiben so viele offen, als die Witterung es erfordert. Bei stürmischem Wetter ist es zuweilen nöthig, alle Oeffnungen in der Thüre zu verschließen, und die Thüre selbst sogar noch mit Lehm zu verkleben. Nachdem der Heerd auf diese Weise auf der einen Seite besetzt ist, schreitet man auch zum Eintragen der Kohlen auf der andern Seite, und richtet sich mit der Arbeit so ein, daß abwechselnd die eine Seite besetzt wird, wenn auf der andern die Verkohlung noch nicht ganz vollständig erfolgt ist. Wenn die Kohlen sehr backend sind, so bilden die Koaks eine zusammenhängende Masse, die mit vieler Mühe, vermittelst Brechstangen, im Ofen gehoben und zerbrochen werden muß, um die Koaks ausziehen zu können. Man läßt gerne einige glühende Koaks auf dem Heerde zurück, um das Entzünden der frisch einzusetzenden kleinen Kohlen zu befördern. Bei sehr stark backenden Kohlen ist es zuweilen auch nöthig, die Kohlen nicht mit einem mal, sondern zu wiederholten malen, schichtenweise einzutragen. Wenn nämlich die Ladung mit einemmal in den Ofen gebracht wird, so bilden die blasigen und schaumigen Koaks eine so dichte Decke, daß die davon eingehüllten kleinen Kohlen nicht vollständig verkohlt werden können.

Einige allgemeine Bemerkungen über die Koaks.

Gute Koaks haben weder Glas- noch Fettglanz, sondern sie zeigen das Ansehen des matt gesottenen Silbers, und besitzen einen schwachen Seidenglanz. Die Farbe ist nie eisenschwarz, sondern jederzeit viel lichter. Den Koaks von backenden Steinkohlen sieht man das Geflossene, und allen Koaks eine eigenthümliche Porosität an. Koaks von Sinter- und Sandkohlen haben die Gestalt von größeren und kleineren rechtwinkligen und geschobenen Würfeln; die von Backkohlen sind aber in ihrer Gestalt um so unbestimmter, je mehr sich die

Steinkohle beim Verkohlen ausdehnen konnte. Solche Koaks haben sehr häufig, fast immer, ein blumenkohlartiges und vielfach gewundenes Ansehen. Je größer dabei die Stücken sind, desto mehr beweiset dies für die Reinheit der Steinkohlen von erdigen Beimengungen, und zugleich dafür, daß die Kohlenmasse durch Faserkohle nicht unterbrochen war. Durch häufige Beimengungen von Faserkohle erhalten die Koaks eine unbestimmte, abgerundete, knollenartige Gestalt. Obgleich der größte Theil der Faserkohle, beim Ausziehen der Koaks nach dem Verkoaken, als Lösche auf der Verkohlungsstätte zurück bleibt, so können die Koaks doch oft noch einen großen Theil davon zurück behalten, weshalb solche Steinkohlen, die sehr häufige Beimengungen von Faserkohle besitzen, gar nicht zur Verkohlung gegeben, sondern ausgehalten werden müssen. Ein gewisser Grad von Feuchtigkeit scheint der Steinkohle wesentlich anzugehören. Steinkohlen, welche in der Grube lange abgewässert gestanden haben und abgetrocknet sind, zerfallen nach ihrer Gewinnung sehr leicht und geben kleine Koaks. Die Veränderung, welche die Kohlenmasse durch eine lange Einwirkung der atmosphärischen Luft erleidet, scheint zum Theil wirklich chemisch zu seyn, indem sich der Wasserstoffgehalt derselben vermindert; theils ist sie aber nur mechanisch, indem sich die Kohle zerklüftet und Risse erhält, welche das Zerfallen beim Verkoaken befördern, wenn die Kohle keine Backkohle ist, oder wenn sie ihre backende Eigenschaft durch langes Liegen an der Luft verloren hat. Deshalb ist den Steinkohlen die Nässe auch nicht allein nicht nachtheilig, sondern sogar vortheilhaft, und man pflegt sie zuweilen vor dem Verkoaken absichtlich mit Wasser zu begießen, um dadurch ein lebhafteres Brennen und die Erzeugung von größeren und zusammenhängenderen Koaks zu bewirken. Den Koaks ist die Nässe dagegen eben so nachtheilig, wie den Holzkohlen. Die Koaks können einige 20 Procent Wasser aufnehmen, wodurch

sie schwer verbrennlich werden und nur eine schwache Hitze erzeugen. Reine Koaks, in Stücken von 4 bis 8 Kubikzoll räumlichen Inhalts, welche nicht zu stark aufgeblähet, aber auch nicht zu dicht und fest geblieben sind, verdienen vor allen den Vorzug.

Der darstellbare Koakgehalt richtet sich ganz nach der Beschaffenheit der Steinkohlen und beträgt, dem Gewicht nach, zwischen 50 bis 80 Prozent. Dem Volumen nach rechnet man gewöhnlich eben so viel Koaks als Steinkohlen; allein die Backkohlen geben, je nachdem sie sich mehr oder weniger aufblähen, 5 bis 20 Prozent mehr, und die Sinter- und Sandkohlen zuweilen 1 bis 10 Prozent weniger Koaks, als das Volumen der Steinkohlen betrug. Stückkohlen, die in Oefen verkoakt werden, liegen immer dichter auf einander und können sich weniger ausdehnen, als die in Haufen und Meilern erzeugten Koaks, weshalb das Koakausbringen, dem Volum nach, bei der Ofenverkohlung auch stets gegen die Meilerverkohlung zurück steht. Steinkohlen, die beim Verkohlen in Haufen und Meilern sich nicht ausdehnen, also ihr Volumen zwar nicht vermindern, aber doch auch nicht vergrößern, erleiden beim Verkohlen in Oefen eine Volumenverminderung von 10 bis 15 Procent. Ein chemischer Unterschied zwischen den Koaks und den Holzkohlen ist nicht vorhanden. Der Unterschied scheint, mit Ausnahme der Beschaffenheit der Asche, nur in dem dichteren mechanischen Gefüge der Koaks zu liegen.

Eine ähnliche Verschiedenheit in der Wirkung, wie die härteren und weicheren Holzarten und die aus ihnen erzeugten Kohlen zeigten, findet sich auch, aber in einem noch höherem Grade, bei den verschiedenen Arten von Steinkohlen, von der dürren Sandkohle bis zur fettesten Backkohle, und bei den aus ihnen erhaltenen Koaks. Bei einem vorausgesetzten gleichen Aschengehalt, leisten gleiche Quantitäten von

backenden und leichteren Steinkohlen mehr als die Sinter- und Sandkohlen, und dies scheint nicht bloß dem Gewicht, sondern auch sogar dem Volumen nach, der Fall zu seyn. Bei den Koaks scheint das Verhältniß der Wirksamkeit übereinstimmend mit dem schon bei den Holzkohlen aufgefundenen Verhalten zu seyn, indem schwerere und dichtere Koaks dem Volumen nach zwar mehr leisten als leichtere und ausgedehntere Koaks, aber dem Gewicht nach gegen die letzteren zurück stehen.

Wie sich Holz und Steinkohlen, und wie sich Holzkohlen und Koaks in ihren Wirkungen gegen einander verhalten, darüber sind die widersprechendsten Erfahrungen gemacht worden. Wenn man bedenkt, wie schwierig es schon ist, sowohl das Gewicht als das Volum des Holzes mit Zuverläßigkeit zu bestimmen, und von wie vielen Zufälligkeiten sogar die Volumen- und Gewichtbestimmungen der Steinkohlen und der Koaks abhängig sind; so würde es schon daraus allein einleuchtend seyn, daß die Erfolge der Versuche höchst verschieden ausfallen können. Aber die sehr verschiedenartige Beschaffenheit des Holzes und der Holzkohlen, und noch mehr die der Steinkohlen und der Koaks gestatten es vollends nicht, eine andere Vergleichung zwischen den verschiedenen Brennmaterialien anzustellen, als eine solche, die von einem bestimmten Brennmaterial zu einem bestimmten Zweck verwendet, ausgeht. Es ist eine ganz allgemeine Annahme, daß sich die Wirkung der Steinkohlen zu der des Kiefernholzes, dem Volum nach wie 6 zu 1 verhält, oder daß 1 Kubikfuß Steinkohlen dieselbe Wirkung hervorbringt als 6 Kubikfuß Kiefernholz. Als eine eben so allgemeine Annahme gilt auch nur die angebliche Erfahrung, daß sich die Wirkung der Koaks zu der der Holzkohlen, dem Volum nach, wie 2 zu 1, und dem Gewicht nach wie 2 zu 3 verhält, d. h. daß 1 Kubikfuß Koaks dieselbe Wirkung leistet wie 2 Kubikfuß Holzkohlen (in

Schachtöfen), oder daß 3 Pfund Koaks nur die Wirkung von 2 Pfund Holzkohlen hervorbringen. Solche Erfolge können für gewisse Temperaturgrade allerdings wirklich erhalten werden; allein bei einer verminderten oder verstärkten Temperatur werden immer wieder andere Verhältnisse eintreten, die bald dem einen bald dem anderen Brennmaterial günstiger sind.

Sechste Abtheilung.

Das Gebläse.

Die Zuleitung der atmosphärischen Luft zum Brennmaterial wird entweder durch einen natürlichen Luftzug, nämlich dadurch hervorgebracht, daß der verbrennende Körper selbst, einen mit verdünnter Luft erfüllten Raum bildet, in welchen die äußere Luft nach statischen Gesetzen eindringt; — oder sie wird durch besondere Vorrichtungen bewirkt, in denen die Luft aufgefangen, durch mechanischen Druck ausgepreßt und durch Röhrenleitungen in jeden beliebigen Raum geleitet wird. Obgleich die Erfindung, die Luft in Schläuchen aufzufangen und durch Zusammendrücken derselben wieder auszutreiben, uralt ist; so scheint man sich doch früher und allgemeiner, des durch Verdünnung bewirkten Luftstroms zu den metallurgischen Arbeiten bedient zu haben. Bei allen Flammenfeuerungen wendet man auch noch jetzt dieses einfache und am wenigsten kostbare Mittel an, um einen starken Zutritt von Luft zum Brennmaterial zu bewirken. Aber in den Schachtöfen soll das Verbrennen in der Regel an einer bestimmten Stelle mit der größten Heftigkeit statt finden, welches nur dadurch bewirkt werden kann, daß die Luft in dem Schmelzraum des Ofens

concentrirt wird. Daher sind diese Schmelzräume mit einer oder mit mehreren Oeffnungen, — Formen, — versehen, durch welche die aufgefangene Luft in den Ofen strömt. Das Einströmen der Luft geschieht mit einer Geschwindigkeit, welche mit dem mechanischen Druck im Verhältniß steht, mit welchem die aufgefangene Luft in den Schmelzraum getrieben wird. Alle Vorrichtungen, in denen die Luft aufgefangen, zusammengedrückt und durch Leitungsröhren in die Formen des Ofens oder des Heerdes geführt wird, nennt man Gebläse, und die in den Ofen strömende Luft selbst, wird häufig der Wind genannt. Die mit den Leitungsröhren verbundene eiserne Röhre, welche in der Form liegt und durch welche der Wind in die Form und aus derselben in den Schmelzraum geleitet wird, heißt die Düse (Deute). Sie hat die Gestalt eines abgekürzten Kegels, um sie bequemer mit der Windleitungsröhre verbinden zu können. Von dem Flächeninhalt der Düsenöffnung, oder der vorderen schmalen Oeffnung, durch welche der Wind ausströmt, sind zum Theil die Geschwindigkeit und Menge der Luft abhängig, welche das Gebläse dem Schmelzraum zusendet. Sehr häufig soll der Wind aus zwei Gebläsemaschinen in eine und dieselbe Form geleitet werden; sind dann die Düsen mit der Gebläsemaschine unmittelbar verbunden, so müssen auch zwei Düsen in einer Form liegen. Bei zweckmäßiger eingerichteten Gebläsen sammelt sich der Wind aus jeder Gebläsemaschine in einem für alle gemeinschaftlichen Windbehälter, und wird aus diesem, vermittelst einer Windleitung, einer einzigen Düse zugeführt. Durch dieses Verbinden — Kuppeln — mehrerer Gebläsemaschinen mit einander, wird der Unterschied zwischen den eindüsigen und den zwei (oder mehrdüsigen) Gebläsen bewirkt.

Das Princip, welches allen Gebläsen zum Grunde liegt, besteht darin, in einem Behälter Luft aufzufangen, sie aus demselben wieder auszupressen und diesen Wechsel des Aufneh-

mens der atmosphärischen Luft und des Auspressens ununterbrochen statt finden zu lassen. Das älteste Gebläse bestand aus einer zusammengefügten Thierhaut, welche beim Zusammendrücken die eingeschlossene Luft aus einer mit einer Röhre verbundenen Oeffnung entließ, worauf man sie sogleich wieder ausdehnte und von Neuem mit Luft anfüllte. Man vervollkommnete dies Verfahren, als man den Häuten durch Gerben mehr Geschwindigkeit zu ertheilen gelernt hatte, und setzte die gegerbten Häute, oder das Leder, mit steifen Flächen in Verbindung, wodurch eine größere Vereinfachung und Regelmäßigkeit der zusammenziehenden und ausdehnenden Bewegung möglich gemacht werden konnte. Die Kostbarkeit und die schnelle Abnutzung des Leders, vorzüglich in den Falten, bewirkten bald die allgemeine Verbreitung einer Erfindung, welche in Deutschland, wie es scheint zu Ende des sechszehnten Jahrhunderts, gemacht ward, und welche darin bestand, einen hölzernen Kasten gegen eine hölzerne Fläche zu drücken. Weil man die ledernen Vorrichtungen zum Auffangen und Zusammendrücken der atmosphärischen Luft: Balgen (von Balg, oder Haut der Thiere) genannt hatte, so behielten auch die hölzernen, welche mit den ledernen nur die äußere Gestalt gemein hatten, den Namen Balgen, und man unterschied lederne und hölzerne Balgengebläse. Aber auch die letzteren erlitten später (erst im achtzehnten Jahrhundert, aber man weiß nicht wo, und durch wen) Verbesserungen in ihrer Construktion. Bei den hölzernen Balgengebläsen sind nämlich der Kasten und die Fläche auf der einen Seite mit einander verbunden, und es bewegt sich entweder der Kasten um die unbewegliche Fläche, oder es wird die Fläche in den unbeweglichen Kasten hineingeschoben. Welche von diesen Vorrichtungen man auch wählt, so können doch der Kasten und die Fläche niemals so nahe an einander gebracht werden, daß zwischen beiden nicht ein mehr oder weniger großer Raum bliebe, der mit verdich-

teter Luft angefüllt bleibt, welche den Effekt des Gebläses wesentlich vermindert. Man machte daher den Kasten und die Fläche ganz von einander abhängig und traf, zur Erleichterung der Bewegung, die Einrichtung, daß der Kasten stets unbeweglich blieb und die in demselben bewegliche Fläche auf allen Seiten umschloß. Je nachdem die Kasten eine viereckige oder eine runde Gestalt erhalten, nennt man diese Gebläse Kastengebläse oder Cylindergebläse. Die Masse, aus welcher man die Kasten anfertigt, kann Holz, Metall und Stein seyn, und man hat auf diese Art hölzerne, metallene und steinerne Kasten- und Cylindergebläse. Zuweilen sind die hölzernen Gefäße mit geschliffenen eisernen und bleiernen Platten ausgelegt. Wegen der Kostbarkeit der übrigen Metalle, wendet man nur das Eisen zu Gebläsen an.

Zur Verminderung der Friction, welche bei der Bewegung der Flächen in den Kasten oder Cylindern, und bei der Bewegung der Kasten um eine Fläche, unvermeidlich eintreten muß, — um das genaue Anschließen der Flächen zu bewirken und dadurch das Entweichen der aufgefangenen Luft zu verhindern, — hatte man schon in den ältesten Zeiten eine eigenthümliche Vorrichtung ausgesonnen. Man ließ nämlich in einem, mit Wasser nicht ganz angefüllten Gefäß, einen, auf allen Seiten völlig geschlossenen und nur unten offenen Kasten dergestalt auf- und niedergehen, daß er bei dem in die Höheziehen, vermittelst eines Ventils, Luft einzog, die er beim Niedergehen aus einer über der Wasserfläche hervorragenden Oeffnung wieder auspreßte. Man nannte diese Gebläse: Glockengebläse (Grignon, Mém. sur les soufflets etc., in dessen Mém. de Phys. sur l'art de fabriquer le fer. 210), von der glockenartigen Gestalt des Gefäßes, welches in dem Wasserbehälter auf- und niedergedrückt wird. Dies Gebläse wird, mit etwas veränderten Einrichtungen, als ein so genannter Wettersauger bei den Gruben angewendet. Später machte Hr. J. Baader

auf diese Art von Gebläsen wieder aufmerksam und fügte noch einige Verbesserungen hinzu.

Außer diesen giebt es noch andere, ganz von denselben abweichende Gebläsevorrichtungen, bei welchen durch den Fall des Wassers in senkrechten Röhren, die, theils in dem Wasser befindliche, theils mit demselben mechanisch fortgerissene Luft, in einen unter der Röhre angebrachten Kasten geführt, dort zusammengedrückt und durch das ununterbrochen niederströmende Wasser, aus einer in dem Kasten befindlichen Oeffnung ausgepreßt wird. Diese Gebläsevorrichtungen nennt man Trompen- oder Wassertrommelgebläse. Sie sind später in Deutschland verbessert worden. Man kann sie Wassersäulengebläse nennen, weil die Wassersäule unmittelbar das wirkende Mittel zur Erzeugung des Luftstroms ist.

Von den ledernen Balgengebläsen.

Noch zu den Zeiten von Agricola und Löhneys kannte man nur lederne Balgen. Welche Einrichtungen die ledernen Gebläse bei den Egyptern, Griechen und Römern gehabt haben, ist uns nicht bekannt. Vielleicht waren sie wenig von den ältesten Gebläsen verschieden, die Agricola beschrieben hat. Einen solchen Balgen stellt die Zeichnung Fig. 342. dar. a und b sind ein paar hölzerne Scheiben, luftdicht mit Leder umgeben, so daß der Balgen die Gestalt eines abgekürzten Kegels erhält. Um das Leder besser zusammen zu halten und damit es sich beim Zusammendrücken in regelmäßige Falten legen könne, ist es über Holzreifen c gespannt, welche die Bewegung der Scheibe a gegen b nicht verhindern. In der Scheibe a befindet sich das Ventil o zum Einlassen der atmosphärischen Luft, und in der Scheibe b eine Oeffnung i, durch welche die aufgefangene Luft beim Zusammendrücken in die aus Eisenblech angefertigte und mit der Scheibe b verbundene Düse d geleitet wird. Das Ventil o

besteht aus einer, mit einer ledernen oder mit einer hölzernen Klappe versehenen Oeffnung. Die Klappe ist mit ledernen Charniren an der Scheibe a befestigt und erhält auf der äußeren Fläche einen wolligen Ueberzug, um der Luft keinen anderen Ausweg als durch die Oeffnung i zu gestatten. Mit dem Handgriff m wird die Scheibe a gegen die Scheibe b gedrückt, um die Luft durch die Oeffnung i zu treiben, wobei sich die Klappe o schließt, sich aber wieder öffnet und atmosphärische Luft einläßt, wenn die Scheibe a zurück gezogen, und der Balgen dadurch wieder ausgedehnt wird. Diese Balgen wurden mit der Hand bewegt, wobei die Oeffnung der Düse in die Form gesteckt ward. Gewöhnlich wendete man zwei solcher Balgen an, welche von einem Arbeiter in Bewegung gesetzt wurden.

Die Einrichtung des gewöhnlichen einfachen ledernen Balgen, welche die Zeichnungen Fig. 343. in der oberen, und Fig. 344. in der Seitenansicht darstellen, ist allgemein bekannt. Er besteht aus einem hölzernen Boden a, aus einem hölzernen Deckel b, aus den so genannten Balgenkopf c und aus dem Leder welches jene drei Theile umgiebt. Boden und Balgenkopf sind fest mit einander verbunden und häufig aus einem Stück Holz angefertigt. Das Leder wird auf eine ganz einfache Weise, mit ledernen Riemen, an dem Deckel, Boden und Balgenkopf dergestalt angenagelt, daß sich der Deckel gegen den Boden bewegen läßt. Im Boden befindet sich ein Ventil v, welches ein gewöhnliches Klappenventil ist und aus steifem Leder oder aus trocknem und leichtem Holz besteht und unten, wo es auf den Boden aufschlägt, mit Filz oder Wolle gefüttert ist. Diese Einrichtung der Ventile findet überhaupt bei allen Balgengebläsen statt. Durch den Balgenkopf c ist ein Loch gebohrt, welches die zusammengepreßte Luft aus dem Balgen in die Düse d führt. Die biegsamen Lederwände dehnen sich aus, wenn der Deckel in die Höhe

geht und legen sich in Falten, wenn der Deckel gegen den Boden gedrückt wird. Das Aufsteigen des Deckels wird durch die in dem Balgen zurück bleibende verdichtete Luft und durch das Einströmen der atmosphärischen Luft durch das Ventil v vonselbst bewirkt. Es ist daher nur eine Kraft erforderlich, um den Deckel gegen den Boden zu drücken und die aufgefangene atmosphärische Luft aus der Düse zu pressen. Diese Kraft wirkt entweder unmittelbar, oder durch angebrachte Zugstangen u. s. f. auf das Drückholz m, welches an dem Deckel befestigt ist. Je näher der Deckel gegen den Boden gedrückt werden kann, oder je niedriger der Balgenkopf ist, desto vollständiger wird die aufgefangene Luft ausgepreßt. Man bedient sich dieses einfachen ledernen Balgens noch jetzt in manchen Gegenden, und giebt ihm zuweilen die Einrichtung, daß man mehrere hölzerne Rahmen mit dem Balgenkopfe verbindet, um dadurch den Faltenwurf des Leders zu erleichtern. Die Zeichnung Fig. 345. zeigt im Allgemeinen eine solche Einrichtung, bei welcher die Rahmen am Balgenkopf durch Charniere beweglich, und sowohl unter einander, als mit dem Boden und mit dem Deckel durch das Leder verbunden sind. Uebrigens findet zwischen diesen und den eben erwähnten einfachen Balgen, gar keine Verschiedenheit statt. Die Gestalt des Balgen ist zwar gleichgültig, indem der Boden und Deckel eben so gut ein Rechteck, als ein Dreieck, eine kreisrunde Scheibe u. s. f. seyn können; allein die Gestalt der gleich breiten Balgen ist nicht sehr bequem, weil sie mehr Raum erfordert, weshalb man die so genannten Spitzbalgen häufiger anwendet. Runde Scheiben für die Deckel und Boden, wodurch der Balgen das Ansehen eines Cylinders erhält, sind vielleicht am mehrsten zu empfehlen, weil das Leder leichter zu befestigen ist und sich besser faltet. Daß die untere Fläche eben so gut die bewegliche seyn kann als die obere, und daß es für den Erfolg ganz einerlei ist, welche von den beiden

Flächen, nach den vorhandenen örtlichen Verhältnissen, die unbewegliche ist, bedarf keiner Erwähnung.

Ein ununterbrochenes Ausströmen der Luft aus der Düse, kann bei dem einfachen ledernen Balgen nicht statt finden, indem die Luft in einer gewissen Periode sogar einströmen muß. Durch die Ausdehnung des Balgen würde die Verdünnung im inneren Raum desselben so groß werden, daß die atmosphärische Luft durch die Düse einzutreten genöthigt wäre, wenn das Einlaßventil nicht hinreichend leicht und groß ist. Dennoch würde das Eintreten der Luft durch die Düse erfolgen müssen, weil die Luft dort den geringsten Widerstand findet, indem sie kein Ventil zu heben hat, wenn die Düse nicht in der Form läge, also mit erwärmter Luft umgeben wäre, die weniger dicht ist als die das Ventil v umgebende Luft, und wenn nicht stets verdichtete Luft in dem Balgen zurück bliebe, durch welche das Eintreten der verdünnten erwärmten Luft erschwert wird. Das beständige Absetzen des Windstroms macht indeß den einfachen ledernen Balgen zu der Anwendung bei den Schmelzprozessen wenig geschickt, wenn nicht wenigstens zwei Balgen vorhanden sind, von denen sich der eine öffnet, während der andere geschlossen wird. Die ledernen Gebläse für Schachtöfen und Schmelzheerde bestehen daher auch immer aus wenigstens zwei Balgen. Die Räume gestatten indeß nicht allemal eine Vervielfachung der Vorrichtungen, und man bedient sich daher oft, mit sehr günstigem Erfolg, des so genannten doppelten Blasebalgens, wie die Schmiede ihn anwenden, um mit einem einzigen Balgen einen ununterbrochenen Luftstrom hervorzubringen. Als Beispiel von einem solchen Doppelbalgen möge hier ein runder oder ein cylindrischer Balgen dienen, dessen Dimensionen so gewählt sind, daß er zum Betriebe eines Cupoloofens gebraucht werden kann. Wie jeder Doppelbalgen besteht er aus zwei einfachen Balgen die unmittelbar mit einander verbunden sind, von de=

nen aber nur der eine zum Auffangen der Luft dient und der andere die verdichtete Luft aus dem ersten Balgen aufnimmt, um sie durch eine Ausströmöffnung der Düse zuzuführen. Aus den Zeichnungen Fig. 346 bis 349, von denen Fig. 347. die obere, Fig. 346. die Seiten-, Fig. 348. die vordere (der Düse zugekehrte) Ansicht nach AB, und Fig. 349. den Durchschnitt nach CD der oberen Ansicht darstellen, ergeben sich die Einrichtung des Balgen und der Mechanismus bei der Bewegung desselben so vollständig, daß es kaum einer Erläuterung bedarf. Der Balgen ist auf eine sehr einfache Weise in dem hölzernen Gerüst befestigt. Dem unteren Balgen, welcher die atmosphärische Luft aufnimmt, wird die Bewegung durch die Zugstange Z mitgetheilt, welche mit irgend einer bewegenden Kraft in Verbindung steht. Die eiserne Stange S im Mittelpunkt des Deckels oder der Scheibe des oberen Balgen, hat keinen anderen Zweck als das Aufsteigen und Niedergehen des oberen Balgen in senkrechter Richtung geschehen zu lassen. Diese Stange bewegt sich frei in der Leitung S′ welche in dem hölzernen Gerüst angebracht ist. Die Ventile a in dem Boden des unteren Balgen dienen zum Einlassen der atmosphärischen Luft, wenn der Balgen seine niedergehende Bewegung macht. In dem unbeweglichen Deckel des unteren Balgen, welche zugleich der Boden für den oberen ist, befinden sich die Ventile b, aus welchen die in dem unteren Balgen aufgefangene Luft in den oberen Balgen gepreßt wird. Sie öffnen sich wenn der untere Balgen die aufsteigende Bewegung macht und schließen sich, wenn er niedergeht, wogegen sich dann die Ventile a öffnen. Indem die verdichtete Luft aus dem unteren Balgen in den oberen tritt, dehnt sie denselben aus, weil sie nicht aus der, mit der Düse m, vermittelst des ledernen Schlauches n in Verbindung stehenden Röhre o, in demselben Zeitraum entweichen kann, in welchem sie in den oberen Balgen tritt. Es wird also bei jedem Zuge des un-

teren Balgens, ein Theil der in den oberen Balgen gepreßten Luft, in dem letzteren zurück bleiben, welcher dazu dienen kann, aus der Oeffnung o auszuströmen, während der untere Balgen seine rückgehende Bewegung macht, um atmosphärische Luft aufzunehmen, während welcher Zeit in dem oberen Balgen kein Luftzutritt statt findet. Auf solche Weise wird ein ununterbrochenes Ausströmen der Luft aus o bewerkstelligt. Der Deckel des oberen Balgen muß mit Gewichten r beschwert werden, damit die aufgesammelte Luft aus der Röhre o ausgepreßt wird. Von der größeren oder geringeren Belastung des oberen Deckels hängt die Geschwindigkeit der Ausströmung eben so sehr ab, als von der Größe der Düsenöffnung und von der Geschwindigkeit, mit welcher die Luft dem oberen Balgen durch den unteren zugeführt wird. Eine zu starke Belastung würde die Ausdehnung des oberen Balgen verhindern und veranlassen, daß die Luft aus dem unteren Balgen unmittelbar durch die Ventile b in die Röhre o gepreßt würde; es würde also dadurch der Zweck des oberen Balgen ganz unerreicht bleiben. Eine zu geringe Belastung würde ein sehr schwaches Ausströmen des Windes während des Aufsteigens des unteren Balgen, und ein sehr starkes während des Niedergehens desselben zur Folge haben, so daß ein sehr ungleichförmiges Ausströmen statt finden und die Absicht, den Wind stets mit möglichst gleicher Geschwindigkeit ausströmen zu lassen, nicht erfüllt werden würde. Die Belastung des oberen Balgen ist daher von dessen räumlichem Inhalt, von der Größe der Düsenöffnung und von der Geschwindigkeit des unteren Balgen abhängig, und muß bei einem geringeren räumlichen Inhalt, bei einer größeren Düsenöffnung und bei einer geringeren Geschwindigkeit des unteren Balgen, kleiner seyn, als umgekehrt. Die Größe der Belastung läßt sich für jeden Fall am besten durch einen einfachen Versuch ausmitteln und bei einem gegebenen gleich bleibenden räumlichen Inhalt der Bal-

gen, zweckmäßig abändern, je nachdem eine größere oder kleinere Düsenöffnung angewendet, oder der untere Balgen langsamer oder schneller in Bewegung gesetzt wird. Uebrigens ist es einleuchtend, daß unter gleichen Verhältnissen, die Geschwindigkeit des aus o ausströmenden Windes um so gleichförmiger für jeden Zeitmoment seyn wird, je größer das Verhältniß des räumlichen Inhaltes des oberen Balgen zu dem des unteren ist. Deshalb muß der obere Balgen wenigstens einen noch einmal so großen räumlichen Inhalt haben, als der untere. Bei einer zweckmäßigen Einrichtung leisten die ledernen Doppelbalgen einen sehr günstigen Effekt und sind den gewöhnlichen hölzernen Gebläsen häufig vorzuziehen.

Die so eben beschriebenen Balgen werden indeß sehr uneigentlich Doppelbalgen genannt, indem sie nur einfache Balgen sind, mit welchen ein Luftreservoir verbunden ist. Man wendet aber auch wirkliche Doppelbalgen an, nämlich solche, bei welchen der Balgen eine doppelte Abtheilung hat, so daß bei einem jeden Hube oder Zuge, aus der einen Abtheilung die Luft ausgepreßt wird, während die zweite Abtheilung die atmosphärische Luft aufnimmt. Bei einer solchen Einrichtung würde daher ein ununterbrochener Windstrom, wie es scheint, statt finden können; allein in den beiden Momenten, wo die Bewegung des Balgenbodens sich in die entgegengesetzte umändert, kann kein Ausströmen der Luft statt finden, so daß auch durch den Doppelbalgen, ohne ein Luftreservoir, kein ununterbrochener Windstrom hervorgebracht werden kann. Deshalb verbindet man auch den wirklichen Doppelbalgen mit einem Luftreservoir, wodurch er das Ansehen eines dreifachen Balgen erhält. Von den vielen verschiedenen Einrichtungen die man solchen ledernen Doppelbalgen gegeben hat, sollen zwei der vorzüglichsten mitgetheilt werden. Aber man hat es nicht dabei bewenden lassen, dem Balgen eine doppelte Abtheilung zu geben, sondern man hat Balgen mit drei und vier

Abtheilungen eingerichtet, um ohne Luftreservoir einen ununterbrochenen Windstrom hervorzubringen und um einen großen Effekt zu leisten. Diese 3 und 4fachen Balgen sind indeß sehr zusammengesetzt, und die Anordnung der Ventile giebt wieder so sehr zu Verlust von Räumen Veranlassung, daß jene Balgen für die praktische Anwendung nicht zu empfehlen sind. Dagegen leisten die guten Doppelbalgen mit Luftreservoir eine sehr gute Wirkung; sie veranlassen wenig Friction und erfordern geringe bewegende Kräfte.

Einen gut eingerichteten Doppelbalgen, nach der Angabe von Rabier, den Hr. Madelaine (Ann. d. mines. IV. 272) beschrieben hat, stellt Fig. 350. im Längendurchschnitt und Fig. 351. in der Oberansicht dar. Die unbewegliche Fläche c ist der Deckel für den eigentlichen Doppelbalgen A und B, und der Boden für das Luftreservoir C. Auch die Fläche a, oder der Boden des Doppelbalgen ist unbeweglich. d ist der Deckel für das Luftreservoir, welcher, in derselben Art wie vorhin erwähnt ward, mit Gewichten belastet werden muß, um die Luft aus der Röhre o in den Zeitmomenten auszupressen, wenn das Luftreservoir keinen Zufluß von Wind aus dem Balgen erhält. Dieser Balgen ist durch den Scheider b in zwei Abtheilungen getheilt, von denen A den unteren und B den oberen Theil des Balgen bildet. Die auf- und niedergehende Bewegung des Scheiders b wird dadurch bewirkt, daß derselbe mit Charnieren an der senkrechten hölzernen Wand g befestigt ist, so daß eine an dem Zapfen h des Schneiders wirkenden Kraft, demselben eine drehende Bewegung um die feste Linie g mittheilt. Die Ventile zum Einlassen der atmosphärischen Luft sich für den unteren Balgen in dem unbeweglichen Boden a, bei m, — und für den oberen Balgen in dem Scheider b, bei n angebracht, indem in der Holzstärke des Scheiders die mit den Ventilen n communicirenden Luftöffnungen ausgelocht sind. Die Ventile q führen die Luft aus

dem oberen Balgen, und die Ventile p aus dem unteren Balgen in das Luftreservoir und von dort in die Düse. Bei der niedergehenden Bewegung des Scheiders b, wird die in dem unteren Balgen A aufgefangene Luft durch die Ventile p ausgepreßt und die Ventile m sind geschlossen. Gleichzeitig nimmt der obere Balgen durch die nun geöffneten Ventile n atmosphärische Luft auf, und die mit dem Luftreservoir in Verbindung stehenden Ventile q sind geschlossen. Hat der Scheider den tiefsten Punkt erreicht, um die rückgehende Bewegung nach oben zu machen, so schließen sich die Ventile p und n, und es öffnen sich die Ventile m durch welche die Luft in dem unteren Balgen tritt, so wie die Ventile q durch welche die Luft aus dem oberen Balgen in das Luftreservoir gepreßt wird. Bei dieser Einrichtung des Balgens ist indeß ein sehr bedeutender Raum S, welcher immer mit verdichteter Luft angefüllt bleibt und die Wirkung des Balgen sehr vermindert, gar nicht zu vermeiden.

Einen etwas zusammengesetzten, aber wirksamen ledernen Doppelbalgen mit Luftreservoir, nach der Einrichtung der Hrn. Jeffries und Halley (L'Industriel. I. 227) stellen die Zeichnungen Fig. 352 bis 355. dar. Fig. 353. ist eine Ansicht von der Rückseite des Balgens, nämlich von derjenigen Seite, welche der Ausströmöffnung des Windes zur Düse entgegengesetzt ist. Fig. 352. ist ein senkrechter Durchschnitt durch die Mitte der Düse geführt, wodurch die ganze Vorrichtung in zwei gleiche und ähnliche Theile getheilt wird. Fig. 354. ist die vordere Ansicht, oder die Ansicht von einem Theil der Seite des Balgen, an welcher sich die mit der Düse in Verbindung stehende Ausströmöffnung befindet. Fig. 355. ist die Seitenansicht von der Axe, an welcher die bewegende Kraft wirkt und durch welche die Bewegung dem Balgen mitgetheilt wird. — a ist der gerade aufstehende lederne Balgen, der in einem eisernen Kasten b eingeschlossen ist, welcher die äußere

Gestalt einer vierseitigen umgekehrten und abgekürzten Pyramide, und zur Grundfläche eine eiserne Platte c hat, die mit Seitenwänden versehen ist, vermittelst welcher sie an der Grundplatte e, durch acht Schrauben d befestigt worden ist. Die Grundplatte e ruht auf zwei festen und starken Grundschwellen f, in welchen sie dergestalt eingelassen ist, daß sie eine ganz feste Lage erhält. g sind vier starke eiserne Rahmen, die an der vorderen und hinteren Fläche des Eisenkastens b zusammengeschraubt werden, und welche zur Befestigung dieses Kastens dienen. — h, vier eiserne Streben, welche unten an den Grundschwellen f, und oben an dem eisernen Rahmen g angeschraubt sind, um die ganze Vorrichtung haltbarer und dauerhafter zu machen, besonders um den Eisenkasten b zu unterstützen. — Der Deckel des Kastens b besteht aus einer runden eisernen Platte i, welche durch Schrauben mit den Platten des Eisenkastens verbunden ist. An der vorderen Seite des Eisenkastens befindet sich eine Oeffnung, die mit dem Inneren des Balgen in Verbindung steht, und welche an den Rändern mit Schraubenlöchern versehen ist, um einen gegossenen eisernen Hals k luftdicht anschrauben zu können. Mit diesem Halse k ist wieder ein gegossener eiserner Kasten l verbunden, der den vorderen Theil der Gebläsevorrichtung bildet. Die Rückseite des Kastens hat eine Oeffnung, welche mit der Oeffnung des Halses k correspondirt, und welche durch das Ventil n geschlossen werden kann. Der Kasten l ist an dem Halse k vermittelst der Schrauben p befestigt, indem sowohl der Hals k, als der Kasten l, mit vorstehenden Rändern o versehen sind, in welchen sich die Schraubenlöcher befinden. Die vordere Fläche des Kastens l steht durch die Oeffnung m, und durch den röhrenförmigen Ansatz dieser Oeffnung, mit der Düse in Verbindung. Den oberen Theil des Kastens bildet ein röhrenförmiger Ansatz, welcher mit der vorhin erwähnten Deckplatte i des Eisenkastens b verbunden ist. — q

ist eine horizontal liegende Welle, an deren einem Ende eine Kurbel r angebracht ist, um die Welle durch irgend eine Kraft in Bewegung zu setzen. Die Bewegung der Welle pflanzt sich durch den Krummzapfen t derselben, auf die Zugstange u fort, welche mit der Rückseite des Balgen a verbunden ist, wie sich aus der Zeichnung näher ergiebt. x ist eine Trommel von Eisenblech, welche den Krummzapfen t und die Zugstange u dergestalt umschließt, daß beide ihre Bewegung frei und ungehindert in der Trommel machen können. — y ist der Luftbehälter, welcher die Gestalt eines Cylinders hat und nach Umständen mehr oder weniger stark mit Gewichten belastet wird. Die Oeffnungen a′ und z in dem Boden des ledernen Windbehälters correspondiren ganz genau mit Oeffnungen in dem Deckel des Eisenkastens b und des röhrenförmigen Ansatzes des Kastens l. Die Oeffnung z bleibt immer offen und ist ohne Ventil; aber die Oeffnung a′ ist mit dem Ventil b′ versehen und öffnet sich nur bei der rückgehenden Bewegung des Balgen. Die runde senkrechte Eisenstange c′, im Mittelpunkt des Deckels des Luftbehälters, bewegt sich ganz frei in den durch die Vorrichtung d′ gebildeten Leitungen, damit die ledernen Wände des Luftbehälters y nicht aus ihrer Richtung kommen. — Dieser Balgen kann durch ein paar Arbeiter in Bewegung gesetzt werden, wenn keine andere bewegende Kraft zu Gebote steht. Das Schwungrad s hat den gewöhnlichen Zweck der Schwungräder zu verrichten. Wenn der Balgen die rückgehende Bewegung macht, oder wenn er sich öffnet, so tritt die atmosphärische Luft durch die Ventile e′, welche an der vorderen Fläche des Eisenkastens b, zu beiden Seiten des Halses k liegen, in den Balgen. Wird der Balgen aber durch die Stange u nach vorne, d. h. nach der Richtung der Düse hin, gedrückt, so entsteht in dem Eisenkasten b ein verdünnter Raum, welcher mit atmosphärischer Luft ausgefüllt wird, die durch die Ventile f′, in der hinteren Fläche des Ei-

senkastens, in denselben tritt, und das Zusammendrücken des Balgen befördern hilft. Bei diesem Zusammendrücken des Balgen wird die vorhin durch e′ eingeströmte Luft wieder ausgepreßt. Sie öffnet das Ventil n und entweicht durch die Oeffnung m in die Düse. Bei der rückgehenden Bewegung des Balgen schließen sich die Ventike n und f′ und die in dem Eisenkasten b gefangene Luft, welche durch die Ausdehnung des Balgen zusammengedrückt wird, erhält eine hinreichende Kraft, um das Ventil b′ zu öffnen und sich in den Luftbehälter y zu begeben, aus welchem sie durch die Oeffnung z zur Düse gelangt. — Obgleich die Wirkungen dieses Gebläses sehr gerühmt werden, so ist es doch nicht wahrscheinlich, daß es einen bessern Effekt leistet, als der vorhin beschriebene einfache cylindrische Balgen mit dem Luftreservoir, denn es besteht eigentlich auch nur aus einem einfachen Balgen, und der Vortheil den der Eisenkasten b gewährt, indem er gewissermaßen die Stelle eines zweiten Balgen vertritt, wodurch das Gebläse zu einem Doppelbalgen wird, dürfte dadurch wieder aufgewogen werden, daß der Balgen weniger vollständig als bei jenem Gebläse zusammengedrückt wird. Außerdem ist es ungleich kostbarer in der Anlage.

Von den hölzernen Balgengebläsen.

Der wesentliche Charakter der hölzernen Blasebalgen besteht darin, daß ein hölzerner Kasten und eine hölzerne Fläche sich gegen einander bewegen, und daß beide nicht von einander unabhängig, sondern mit einander verbunden sind, so daß in jedem Fall eine drehende Bewegung, wie bei den gewöhnlichen ledernen Spitzbalgen, — erfolgen muß, es mag die Fläche in den Kasten hineingedrückt, oder der Kasten um die Fläche bewegt werden. Die älteste und die noch jetzt am häufigsten vorkommende Einrichtung ist diejenige, nach welcher sich der Kasten um die unbewegliche Fläche dreht. Diese Ein-

richtung ist aber sehr unwesentlich von derjenigen abweichend, nach welcher die Fläche in den Kasten hineingeschoben wird. Jeder hölzerne Balgen besteht also der Hauptsache nach aus zwei Theilen, aus dem so genannten Oberkasten und aus dem Unterkasten, indem die Fläche in der Wirklichkeit keine Fläche seyn kann, sondern ebenfalls ein sehr niedriger Kasten seyn muß, wovon die Gründe sogleich einleuchten werden. Die Balgengebläse sind sehr unvollkommne Vorrichtungen, welche den guten ledernen Balgengebläsen nachgesetzt werden müssen.

A. Balgengebläse, bei welchen sich der Oberkasten um den Unterkasten bewegt. In den Zeichnungen Fig. 356. bis 361. stellen Fig. 356., 359. und 361. den Unterkasten in der oberen Ansicht, im Durchschnitt und in der Seitenansicht; Fig. 357. und 358. den Oberkasten in der oberen Ansicht und in der Seitenansicht, und Fig. 360. den aus dem Ober- und Unterkasten zusammengesetzten Balgen in der Seitenansicht dar. Zuweilen hat der Unterkasten die Gestalt eines Rechtecks, nach welcher Gestalt sich dann auch die des Oberkastens richten muß. Oben und an beiden Seiten wird der Oberkasten von geraden Flächen eingeschlossen; die hintere Fläche muß aber bogenförmig gekrümmt seyn und zwar nach Maaßgabe des Halbmessers, welcher durch die Entfernung der äußersten hinteren Kante des Unterkastens von dem Drehpunkt bestimmt wird. Der Mechanismus bei dem Gebläse besteht darin, daß sich der pyramidale oder keilförmige Oberkasten um den Unterkasten auf- und niederbewegt und dadurch einen Raum von veränderlicher Größe abgränzt, welcher bei der höchsten Erhebung des Oberkastens mit Luft angefüllt ist, die beim Niederdrücken des Kastens aus einer Oeffnung ausgepreßt wird. Diese Oeffnung befindet sich in dem vorderen Theil des Unterkastens, oder in dem so genannten Balgenkopf; sie steht ganz unmittelbar mit der Düse in Verbindung. In dem Unterkasten ist auch die Ventilöffnung mit dem Ventil B zum

Eintreten der atmosphärischen Luft, angebracht. Das Ventil besteht häufig aus einer leichten hölzernen Klappe, deren untere Fläche mit Schaafwolle überzogen ist. Die Klappe ist entweder mit einem ledernen Charnier am Unterkasten befestigt, oder sie bewegt sich in einem metallnen Charnier und ist zuweilen mit einem Gegengewicht versehen, damit sie, beim Aufziehen des Oberkastens, durch die Luft um so leichter gehoben werden kann. Die Gegengewichte sind zugleich so eingerichtet, daß sie das zu weite Aufgehen des Ventiles verhindern. Sonst stoßen die Klappen auch wohl gegen eine Feder, oder sie sind mit einem Riemen von bestimmter Länge versehen, damit sie sich nicht überschlagen. Beide Kasten werden aus völlig trocknen 2zölligen Bohlen angefertigt, welche sehr genau an einander gefugt seyn müssen, um keinen Wind durchzulassen. Die Bohlen werden entweder verzinkt, d. h. durch Verzapfungen fest mit einander verbunden, oder man stößt sie nur mit einem einfachen Falz gegen einander und verbindet sie durch eiserne Bolzen, welche durch die Bohlen gehen und an beiden Enden mit Schraubenmuttern versehen sind, um sie nöthigenfalls näher an einander zu schrauben. Diese Einrichtung ist zwar besser als die erste, weil man die zusammengetrockneten Bohlen wieder näher an einander bringen kann; man wendet sie aber nur bei sehr großen Balgen an, deren Oberkasten dann aus 3—4zölligen Bohlen zusammengesetzt seyn müssen. Die Befestigung des Oberkastens an den Balgenkopf des Unterkastens muß auf solche Art geschehen, daß sie die drehende Bewegung des ersteren zuläßt. Die beiden Seitenwände des Oberkastens erhalten eine flügelartige Verlängerung, und beide Flügel werden durch eine eiserne unbewegliche geschmiedete Walze a mit einander verbunden. Diese Walze bildet zugleich die Linie, um welche der Oberkasten seine drehende Bewegung macht. Die Walze ruht in einem rinnenartigen Einschnitt b, der sich im Balgenkopf befindet und ist mit zwei Hängeeisen

d versehen, welche durch die correspondirenden Oeffnungen c, c im Balgenkopf gesteckt und unten vermittelst eines hölzernen Keils e fest angezogen werden. Der Oberkasten kann sich auf diese Weise nicht in die Höhe heben, wohl aber ungehindert seine drehende Bewegung um die Walzen machen. Die Hängeeisen d sind geschmiedete eiserne Ringe, die sich sogleich aus den Oeffnungen c herausheben lassen, wenn man die Keile e zurückschlägt, so daß der Oberkasten leicht und ohne Mühe abgehoben werden kann, wenn es nöthig ist, im Innern des Balgen eine Reparatur vorzunehmen. Die Oeffnungen c müssen möglichst nahe an den Seiten des Balgenkopfes ausgelocht werden, theils weil der Oberkasten dadurch eine bessere Befestigung erhält, theils damit sie der Oeffnung nicht zu nahe kommen, welche nach der Länge des Balgenkopfes und in dessen Mitte, aus dem Unterkasten zur Düse führt. Die Walze a und die Hängeeisen (Krampen oder Schlingen) d, nennt man zusammen auch das Schloß des Balgens. Die vordere Fläche des Oberkastens besteht aus einem sehr niedrigen Brett (Stirnbrett), welches nicht, wie die beiden Seitenwände und wie die hintere Wand des Oberkastens, über dem Unterkasten übergreift, sondern sich in einem Falz oder in einer Nuth f bewegt, die gleichfalls in dem Balgenkopf eingelassen ist. Um die Friction der Walze a gegen ihr Lager, nämlich gegen den rinnenartigen Einschnitt b zu vermindern, läßt man die Walze zuweilen nicht unmittelbar in dem Einschnitt ruhen, sondern man versieht dieses mit einem metallenen Futter, auf welchem die abgedrehete Walze liegt.

Wenn der Unterkasten nicht ein wirklicher Kasten seyn müßte, sondern wenn er aus einer ebenen Fläche bestehen könnte, an welcher sich die Seiten des Oberkastens beim Auf- und Niedergehen ganz genau anzuschließen vermögten, und wenn dann der Boden oder der Deckel des Oberkastens mit der Oberfläche des Unterkastens, beim Niedergehen des ersteren,

völlig zusammen fielen; so würde der Effekt der hölzernen Balgengebläse am größten seyn. Der Unterkasten kann aber keine ebene Fläche bilden; theils weil er die Oeffnung zum Ausströmen des Windes in die Düse, so wie das Ventil zum Einlassen der Luft enthalten muß, vorzüglich aber weil die Vorrichtungen zum Verdichten der Kanten des Unterkastens gegen die Wände des Oberkastens in demselben angebracht sind. Wären die Kanten des Unterkastens auch völlig glatt und sorgfältig gearbeitet, und die Wände des Oberkastens, welche beim Auf- und Niedergehen gegen die Kanten des Unterkastens reiben, auch vollkommen an den Kanten des Unterkastens anschließend eingerichtet; so würde es doch nicht möglich seyn, die Zwischenräume zwischen den Kanten des Unterkastens und den Wänden des Oberkastens so vollständig zu vermeiden, daß ein Durchdringen der Luft beim Niedergehen des Oberkastens verhütet werden könnte. Man versieht den Unterkasten daher mit beweglichen hölzernen Leisten, welche durch Stahlfedern ununterbrochen gegen die Wände des Oberkastens gedrückt werden, um dem Winde jeden andern Austritt als aus der Düse möglichst zu versperren. Die Aneinanderfügung und Verbindung der Leisten geht aus den Zeichnungen von den Unterkasten hervor, indeß stellen die Zeichnungen Fig. 366. und 367. die Leisten in der oberen Ansicht und in der Seitenansicht nach einem größeren Maaßstabe dar. x sind die hölzernen Leisten, welche durch die Feder z gegen die Wände und gegen das Stirnbrett des Oberkastens gedrückt werden. Die Hacken oder die Kröpfe y dienen zum Festhalten der Leisten, damit sie beim Aufziehen des Oberkastens nicht in die Höhe gerissen werden. Die eisernen Krampen oder Klammern m, sind in die hölzernen Leisten hineingeschlagen, um gegen die eisernen (oder auch hölzernen) in dem Unterkasten eingelassenen Stifte n zu drücken, wenn die Federn die Leisten zu weit vorschieben sollten Die Federn z haben

an dem einen Ende einen Stift, mit welchem sie in den Unterkasten eingeschlagen werden. Auf die Genauigkeit, mit welcher die Leisten gearbeitet sind, auf die vollkommen glatte äußere Fläche derselben, und auf die Art wie sie getheilt und an einander gelegt sind, kommt sehr viel an, um einen hölzernen Balgen recht luftdicht zu machen, und doch zugleich die Friction der Leisten gegen die Wände des Oberkastens möglichst zu vermindern. Beides läßt sich am besten erreichen, wenn man die äußere Fläche der Balgenleisten mit rauhem Leder beklebt, welches sich jedoch bald abreibt und daher von Zeit zu Zeit erneuert werden muß. Man theilt die Leisten vermittelst einer ganz feinen Säge, indem man sie geradezu durchschneidet, oder man verzapft sie, so daß sie auf den Trennungsflächen an- und übereinander schließen, welches die beste Art der Trennung und Verbindung ist. Wo die Leisten getheilt sind, werden die beiden Theile durch eine Feder l (Spannfeder oder Bügelfeder), welche eigentlich den Zweck hat, die Leisten gegen die Ecken zu drücken, mit einander verbunden. Die Zeichnungen Fig. 362. stellen eine Feder z, Fig. 364. einen Kropf oder Hacken y, Fig. 363. eine Krampe oder Klammer m, und Fig. 365. eine Spannfeder l für sich allein dar. Obgleich es die Einrichtung der Leisten und überhaupt die Verbindung des Unterkastens mit dem Balgenkopfe nothwendig macht, daß der Unterkasten keine Fläche, sondern einen wirklichen Kasten bildet; so muß derselbe doch so niedrig als möglich seyn, und es müssen die daraus entspringenden Nachtheile dadurch möglichst vermindert werden, daß man den Kasten mit Holz gut ausfuttert, und nur die nothwendigen Vertiefungen für die zur Düse führende Oeffnung und für das Ventil zum Einlassen der Luft, unausgefüllt läßt. Die Unmöglichkeit den Oberkasten ganz nahe gegen den Unterkasten zu drücken, veranlaßt ohnedies, daß noch immer ein großer,

mit verdichteter Luft ausgefüllter Raum übrig bleibt, welcher sehr nachtheilig auf den Effekt der Balgengebläse einwirkt.

Weil ein hölzerner Balgen nur beim Niedergehen des Oberkastens Wind ausströmt, beim Aufgehen desselben aber atmosphärische Luft einsaugt, so wird durch einen Balgen kein ununterbrochener Luftstrom hervorgebracht werden können. Man muß daher wenigstens zwei Balgen anwenden, von denen der eine niedergeht, während der andere aufgezogen wird. Diese Bewegung richtet man indeß so ein, daß der zweite Balgen schon niedergedrückt wird, ehe der erste seine niedergehende Bewegung ganz vollendet hat, weshalb der Oberkasten nicht mit gleichförmiger Geschwindigkeit, sondern mit verzögerter Bewegung zu Ende des Hubes niedergeht. Weil nämlich beim Anfange der Bewegung noch kein Ausströmen des Windes aus dem Balgen statt finden kann, so würde auch bei zwei Balgen kein unterbrochenes Ausströmen des Windes erfolgen, wenn der eine Balgen seinen Hub in dem Augenblick ganz vollendet hätte, wenn der zweite ihn anfängt. Diese gleichzeitige niedergehende Bewegung beider Oberkasten ist indeß dann unnöthig, wenn der Wind in einen für beide Balgen gemeinschaftlichen geräumigen Sammelkasten geleitet wird. Auch wenn drei Balgen an einer Welle liegen, kann die niedergehende Bewegung des Oberkastens mit ganz gleicher Geschwindigkeit geschehen, weil sich dann immer ein Kasten in der Mitte der niedergehenden Bewegung befindet. — Gewöhnlich ist der Luftkanal im Unterkasten, aus welchem die verdichtete Luft ausgepreßt wird, so unmittelbar mit der Düse in Verbindung, daß kein Ventil vorhanden ist, welches das Einsaugen der Luft durch die Düse, bei der aufsteigenden Bewegung des Oberkastens, verhinderte. Diese Einrichtung ist indeß immer fehlerhaft und es ist daher sehr zu empfehlen, ein leichtes Ventil (am besten von dünnem Eisenblech) zum Auslassen der verdichteten Luft in die Düse, im Balgenkopfe

anzubringen, um dem Zurücktreten der Luft aus den Düsen oder aus der Windleitungsröhre in die Balgen, zu verhüten. Unerläßlich nothwendig wird eine solche Einrichtung da, wo mehrere Balgen in einen gemeinschaftlichen Sammelkasten blasen. Theils aus Gewohnheit, theils aus vorgefaßter Meinung, legt man noch jetzt sehr oft die Düsen von mehreren Balgen in eine Form. Unkundige Arbeiter suchen ihre Unwissenheit hinter geheimnißvollen Regeln des Richtens und Stellens der Balgen und der Balgdüsen in die Form, zu verbergen. Seitdem man das Vorurtheil, zwei Düsen in eine Form legen zu müssen, abgelegt und sich überzeugt hat, daß die Anwendung einer Düse bequemer ist; hat man auch angefangen, den von zwei oder von mehreren Balgen ausströmenden Wind, in einen gemeinschaftlichen Sammelkasten, und aus diesem in die Düse zu leiten. Bei allen solchen mit einander verbundenen (gekuppelten) Gebläsen darf es nicht unterlassen werden, Ventile zum Auslassen der verdichteten Luft anzubringen, weil sonst ein Zurücktreten derselben aus dem Sammelkasten in den Balgen statt finden würde. Aus diesem Sammelkasten, der vollkommen luftdicht seyn muß, führt eine cylindrische und nach den örtlichen Verhältnissen grade oder gekrümmte Röhre, zur Düse. Die Verbindung der Düse mit der Windleitungsröhre geschieht durch einen ledernen Schlauch, welcher an dem einen Ende über die Röhre und an dem anderen über die Düse gespannt, und mit eisernen, zum Zusammenschrauben eingerichteten Ringen, sowohl an der Windleitungsröhre, als an der Düse, luftdicht befestigt wird. Diese Einrichtung hat noch den großen Vorzug vor der Anwendung der unmittelbar in die Form gelegten Balgendüsen, daß man der Düse mit Bequemlichkeit jede beliebige Lage und Richtung in der Form anweisen kann.

Die Balgen stehen auf dem so genannten Balgengerüste, dessen Höhe und Einrichtung ganz von der Art abhängt, wie

die bewegende Kraft auf den Oberkasten wirkt. Ein fester und unverrückbarer Stand der Balgen auf dem Gerüst, ist durchaus nothwendig. Mit der unteren Fläche des Unterkastens ist der so genannte Fuß der Balgen unmittelbar verbunden. Er muß durch gehörige Verzapfungen mit dem Balgengerüst fest verbunden seyn, damit sich der Balgen nicht verschieben kann. Die den Oberkasten niederdrückende Kraft kann unmittelbar oder mittelbar wirksam seyn, nämlich auf den Oberkasten selbst drücken, oder durch ein Zwischengeschirr, durch Hebel u. s. f. mit ihm in Verbindung stehen. Häufig bedient man sich der Wellfüße (Drückdaumen, Kämme), welche auf den Deckel, oder auf die mit ihm in Verbindung gesetzten Leithölzer, Streichhölzer, Trittschemel u. s. f. wirken. Gezähnte Räder die in gezähnten Stangen eingreifen, welche nach der Richtung des Kreisbogens mit der hinteren Seitenfläche des Oberkastens verbunden sind, Krummzapfenbewegungen u. s. f. lassen sich auch zum Niederdrücken des Oberkastens anwenden. Die Art wie die bewegende Kraft des Wassers, des Wasserdampfes, der Thiere u. s. f. angewendet wird, gestattet eine sehr große Mannigfaltigkeit der Einrichtungen. Die Hauptsache ist, die einfachste Vorrichtung für jeden Fall zu wählen und die Friction möglichst zu vermindern. — Der niedergedrückte Oberkasten des Balgen muß aber wieder in die Höhe gehoben werden, sobald derselbe den tiefsten Stand erreicht hat. Die Vorrichtungen dazu sind entweder Hebel mit Gegengewichten, welche auf den Oberkasten wirken und ihn in die Höhe ziehen; oder es sind Schwungruthen (Balgenruthen), welche durch ihre Federkraft wirken. Die Hebel können über Rollen gehängte Gegengewichte, oder längere zweiarmige Hebel seyn, die man Balanciers nennt. Eine jetzt nur noch selten vorkommende unvollkommne Methode, den Oberkasten in die Höhe zu ziehen, besteht in der Verbindung der Oberkasten beider Balgen durch einen zweiarmigen Hebel (Waage oder Wippe)

wodurch der eine Oberkasten in die Höhe gezogen wird, während die wirkende Kraft den zweiten niederdrückt. Eine solche Waage zieht den Oberkasten beständig schief, auch muß sich bei dieser Einrichtung der eine Oberkasten nothwendig in demselben Augenblick erheben, wenn der zweite niedergedrückt wird. Das Gegengewicht zum Heben des Oberkastens ist immer eine Belastung für die Maschinerie, weshalb es nicht größer seyn muß, als die Nothwendigkeit es erfordert. Ein schnelles Aufreißen des Oberkastens durch zu große Gegengewichte ist außerdem nachtheilig für die Leisten, und kann auch Anlaß geben, daß das Luftventil im Unterkasten nicht lange genug offen bleibt, um den Balgen mit Luft von atmosphärischer Dichtigkeit anzufüllen.

B. Balgengebläse, bei welchen der Unterkasten in den Oberkasten gedrückt wird. Diese Gebläse sind von den vorigen wesentlich gar nicht verschieden. Es fällt bei denselben aber das Gegengewicht weg, welches dort zum Heben des Oberkastens erforderlich war. Der Unterkasten sinkt durch sein eigenes Gewicht wieder hinab, und deshalb hat diese Einrichtung vor jener den Vorzug, daß sie für gleiche Windquantitäten eine geringere bewegende Kraft erfordert. Auch bei diesen Gebläsen kann man dem Unterkasten die Gestalt eines abgestumpften Dreiecks (wie bei den Spitzbalgen), oder die eines Rechtecks geben.

Man hat sich dieser Gebläse schon vor einem halben Jahrhundert in Frankreich bedient, indeß erregten sie damals so wenig Aufmerksamkeit, daß sie ganz in Vergessenheit geriethen, obgleich auch auf einigen deutschen Hüttenwerken mißlungene Versuche mit dieser Einrichtung der Balgen gemacht worden sind. Erst nachdem diese Erfindung zu Anfange dieses Jahrhunderts in Schweden in Anwendung gebracht ward, hat sie sich einer allgemeineren Theilnahme zu erfreuen gehabt. Man pflegt diese hölzernen Balgengebläse, nach ihrem

zweiten Erfinder, jetzt Widholmgebläse zu nennen. Die Zeichnungen Fig. 368 bis 371. stellen das Schwedische Widholmgebläse, und zwar Fig. 369. in der hinteren Ansicht, Fig. 368. in der Seitenansicht, Fig. 370. im Längendurchschnitt eines Balgen, und Fig. 371. in der oberen Ansicht des Unterkastens und Durchschnitt des Oberkastens nach A B dar. Der Unterkasten ruht auf der Druckstange a, welche mit der Kurbel oder mit dem Krummzapfen der Welle verbunden ist, an welcher die Kraft wirkt. Durch diese Stange wird dem Kasten die auf- und niedergehende Bewegung ertheilt. Wegen der Unbeweglichkeit des Oberkastens können die verschiedenen Kasten gemeinschaftliche Seitenwände erhalten, welches bei einem aus 3 oder aus mehreren Kasten bestehenden Gebläse eine wesentliche Ersparung ist. Das Ventil b zum Einlassen der Luft befindet sich in dem Unterkasten. Es öffnet sich beim Niedergehen des Unterkastens, wogegen sich das Ventil m zum Auslassen der Luft in dem Augenblick öffnet, wenn der Unterkasten seine aufsteigende Bewegung anfängt. Die Verdichtungsmittel bei diesen Gebläsen befinden sich, eben so wie bei den gewöhnlichen Balgengebläsen, in dem Unterkasten, und bestehen ebenfalls aus hölzernen Leisten, die in der schon beschriebenen Art in Wirksamkeit gesetzt werden. Die verschiedenen Kasten eines und desselben Gebläses haben einen gemeinschaftlichen Windsammelkasten p, welcher für jeden Balgen vermittelst der Röhre n mit der gemeinschaftlichen Windleitungsröhre o in Verbindung steht, aus welcher der Wind den Düsen zugeführt wird. Der Oberkasten besteht also eigentlich aus einem in 2, 3 u. s. f. Kammern abgetheilten einzigen Kasten, welcher aus 3 bis 4zölligen Bohlen zusammengefugt ist, und 1, 2 u. s. f. Zwischenwände erhalten hat. Die Bohlen, woraus die Wände bestehen, sind mit einem einfachen Falz an einander gestoßen und werden durch eiserne Stäbe i, welche mit Schraubenmuttern versehen sind, fest zusammengezogen. Die übrigen Arma-

turen des Oberkastens ergeben sich aus der Zeichnung. Die gegen das Stirnbrett k drückende Leiste und der vordere Rand des Unterkastens (welcher die Stelle der Nuth im Balgenkopf bei den gewöhnlichen Balgengebläsen vertritt) müssen bogenförmig ausgeschweift seyn, und mit dem ebenfalls bogenförmig gestalteten Stirnbrett correspondiren. Die Krümmung dieses Bogens, so wie die der hinteren Seitenwände der Kasten, richtet sich nach der Entfernung vom Drehpunkt, oder von dem Schloß f. Dieses besteht aus einer, durch den ganzen Oberkasten hindurchgeführten Axe von geschmiedetem Eisen, um welche sich die an dem Unterkasten festgeschraubten Lager g drehend bewegen. Die inneren Seitenflächen des Oberkastens werden mit einem Anstrich von Tischlerleim und Graphit versehen, indem der mit etwas Terpentinöl gekochte Leim mit 10 Theilen Graphit versetzt und gekocht wird. Die erstarrte Masse wird wieder erwärmt und in diesem Zustande zum Anstreichen der Fläche angewendet (Hausmann, Reise durch Scandinavien IV. 169). Bei der Aufstellung des Gebläses nimmt man darauf Rücksicht, daß sich der Unterkasten bei dem halben Hube in einer horizontalen Lage befindet, und daß die Druckstange n bei dem höchsten und niedrigsten Stande des Unterkastens senkrecht herabhängt. Die Entfernung dieser Stange von dem Schlosse oder von dem Drehpunkt f wählt man so groß als möglich, obgleich man eigentlich denjenigen Punkt zur Befestigung der Druckstange an dem Unterkasten nehmen müßte, in welchem der ganze auf den Unterkasten vorhandene Druck der gepreßten Luft, als vereinigt gedacht werden kann.

Die Einrichtung der früher einmal in Frankreich in Anwendung gekommenen hölzernen Balgengebläse mit beweglichem Unterkasten (Genssane traité de la fonte des mines I. 98) ergiebt sich aus der Zeichnung Fig. 372., welche den Durchschnitt eines solchen Balgen darstellt. Man würde ihn einen Doppelbalgen nennen können, obgleich der obere Balgen nur

als ein Sammelkasten für den Wind dient, um mit einem einzigen Balgen einen ununterbrochenen Windstrom hervorzubringen. Ein lederner Balgen würde indeß zu diesem Zweck anwendbarer seyn, als ein schwer beweglicher hölzerner Balgen, welcher eine sorgsamere und doch unvollkommnere Verdichtung erfordert. Dieser Doppelbalgen besteht aus zwei mit einander verbundenen vollständigen Balgen, von denen ein jeder aus einem Unterkasten und aus einem Oberkasten zusammengesetzt ist. Der untere Balgen ist aber nur allein wirksam, indem der obere bloß zum Reguliren des Luftstroms dient. Beide Balgen haben die unbewegliche Fläche D mit einander gemein, welche für den unteren Balgen den Deckel des Oberkastens, und für den oberen Balgen die Sohle des Unterkastens bildet. Bei dem unteren Balgen ist der Oberkasten, und bei dem oberen Balgen der Unterkasten unbeweglich. Dagegen bewegt sich bei dem unteren Balgen der Unterkasten, wie bei den Wldholmgebläsen, und bei dem oberen Balgen der Oberkasten, wie bei den gewöhnlichen hölzernen Balgengebläsen. In den Unterkasten beider Balgen befinden sich die gewöhnlichen Verdichtungen durch hölzerne Leisten, die mit Federn t z gegen die Wände der Oberkasten gedrückt werden. Das Ventil zum Einlassen der Luft, A, ist in gewöhnlicher Art in dem Unterkasten des unteren Balgen angebracht. Wenn der Unterkasten seine aufsteigende Bewegung macht, so wird die Luft durch die Ventile B und C, welche sich in der, beiden Balgen gemeinschaftlich angehörenden Fläche D befinden, in den oberen Balgen und aus demselben durch die mit der Düse in Verbindung stehende Oeffnung E gepreßt. Macht der Unterkasten des unteren Balgen seine niedergehende Bewegung, so füllt er sich durch das Ventil A mit Luft, während die Ventile B und C geschlossen sind. Die von dem vorigen Hube noch nicht vollständig in die Düse gepreßte Luft im oberen Balgen, wird während dieser Zeit durch das Gewicht des

Oberkastens des oberen Balgen durch die Oeffnung E gedrückt. Es finden hier also dieselben Verhältnisse statt, welche oben bei den ledernen Doppelbalgen entwickelt sind. Daß diese schwerfällige Vorrichtung keinen Beifall finden konnte, ist leicht einzusehen.

Die hölzernen Balgengebläse haben ohne Ausnahme den Fehler, daß sie durch die Verbindung des Unterkastens mit dem Oberkasten die Friktion im Schlosse vermehren, daß sie zu einem großen Windverlust durch den schädlichen Raum im Ober- und Unterkasten, auch wenn beide einander möglichst genähert werden, Anlaß geben, und daß sie große Räume zum Aufstellen erfordern. Die hölzernen Kastengebläse theilen mit den Balgen zwar den Fehler, daß die Verdichtung durch hölzerne Leisten mangelhaft ist und eine starke Friktion veranlaßt; allein wegen der gänzlichen Unabhängigkeit des Unterkastens von dem Oberkasten, fällt die Friktion im Schlosse weg, auch lassen sich die beiden Haupttheile des Gebläses (der Unter- und der Oberkasten) einander weit näher bringen, wodurch sich der schädliche Raum vermindert, und endlich erfordern die Kasten, bei gleicher Windmenge, ungleich geringere Räume. So unvollkommen das Kastengebläse also auch seyn mag, so muß es doch für ungleich vollkommner als das hölzerne Balgengebläse gehalten werden.

Von den hölzernen Kastengebläsen.

Bei den hölzernen Kastengebläsen pflegt man den Unterkasten nicht so, sondern den Kolben zu nennen. Von denjenigen hölzernen Balgengebläsen, bei welchen der Unterkasten beweglich ist, unterscheiden sich die Kastengebläse in der Hauptsache nur dadurch, daß der Kolben mit dem Oberkasten nicht verbunden ist, daß er folglich keine drehende Bewegung in den Oberkasten macht, sondern daß er auf allen Seiten ganz gleichförmig in den Oberkasten hineingeschoben wird. Die Kasten,

in denen sich die Kolben auf und nieder bewegen, nennt man Kasten oder Cylinder, je nachdem sie viereckig oder rund sind. Unter dem Namen Cylindergebläse versteht man aber gewöhnlich eiserne Gebläse, indem cylindrische Gebläse von Holz höchst selten, die Kastengebläse aber in der Regel nur hölzerne Gebläse sind. Die hölzernen Kasten futtert man zuweilen mit geschliffenen Roheisenplatten, oder auch mit Bleyplatten aus, obgleich solche Gebläse eben so selten angetroffen werden, als diejenigen, bei denen die Kasten aus Marmor bestehen. Fast immer, wenigstens auch am zweckmäßigsten, befinden sich die Ventile zum Einlassen der atmosphärischen Luft, welche wie die gewöhnlichen Klappenventile bei den Balgengebläsen eingerichtet sind, in dem Kolben. Das Ventil zum Auslassen der zusammengedrückten Luft liegt in dem Deckel des Kastens. Außer den Klappenventilen wendet man zum Auslassen der Luft auch wohl Kegelventile an, indeß sind die Klappenventile, wegen ihrer Einfachheit und weil sie als Luftventile am vollkommensten ihren Zweck erfüllen, allen Arten von Ventilen vorzuziehen. Die Verdichtungsvorrichtungen (die Liederung) bestehen bei dem Kastengebläse, eben so wie bei dem Balgengebläse, aus Leisten im Kolben, die durch Federn gegen die Wände des Kastens gedrückt werden. Bei cylindrischen Kasten sind die Leisten ganz genau nach der Kreislinie zugeschnitten, indeß würden bei der cylindrischen Gestalt der Kasten auch Verdichtungsmittel von Wolle, Leder u. s. f. (wie bei den eisernen Cylindergebläsen) mit einem günstigeren Erfolge anwenden können. Die Zeichnungen Fig. 373 bis 379. stellen einen Gebläsekasten mit dem Kolben und mit dem Windsammelkasten dar, und zwar Fig. 373. die obere Ansicht des Windsammelkastens mit abgenommenem Deckel; Fig. 374. den Querschnitt dieses Kasten nach A B, und Fig. 375. den Längendurchschnitt desselben nach C D der oberen Ansicht. Ferner Fig. 376. den Aufriß des Gebläsekastens und des Deckels.

Fig. 377. die untere Ansicht; Fig. 378. das Profil nach der gebrochenen Linie ABCDEF, und Fig. 379. die obere Ansicht ohne den Deckel des Gebläsekastens. — a bezeichnet die Größe der eigentlichen Ventilöffnung. Die dazu gehörenden Klappen sind um so viel größer als diese Oeffnungen, daß sie an allen Seiten ¾ Zoll überstehen (Anschlag haben). Die hölzernen Klappen werden auf Fahlleder angeleimt, welches auf der einen Seite so viel größer seyn muß, daß es in c d mit kleinen Nägeln festgenagelt werden kann, nachdem vorher dünner Schaafpelz, so weit der Anschlag reicht, auf dem Kolben angeleimt worden ist. Die Leisten x aus dichtem und glattem Rothbuchenholz, so wie die Kröpfe (Windleisten-Hacken) y, die Klammern m und die Federn z und l werden auf dem Kolben in derselben Art befestigt wie auf dem Unterkasten bei den Balgengebläsen. Die Zwischenräume zwischen den Einlaßventilen und den Leisten füttert man, besonders bei großen Kolben, mit Holz aus, damit nach dem Kolbenhube nicht zu viel verdichtete Luft zurück bleibt. G ist der äußere Kasten, welcher aus 2zölligen kiefernen Bohlen angefertigt wird. Diese Bohlen werden aber in der Mitte durchschnitten, so daß man zwei Hälften, eine jede von 1 Zoll Stärke erhält, von denen die eine Hälfte umgedreht auf die andere geleimt werden muß, wodurch man das Werfen oder Ziehen der Bohlen verhindert. H ist ein Futter von Espen- Linden- oder auch Erlenholz, welches auf die inneren Seitenflächen des Kastens G, noch ehe derselbe zusammengefugt wird, gut und dauerhaft aufgeleimt wird. Zu dem äußeren Kasten wird das Holz nach der Quere, zu dem inneren Kasten, oder zu dem Futter, nach der Richtung der Länge genommen. I sind eingeschobene Leisten, auf welchen die Kasten in ihrem Gerüst stehen. Die weitere Befestigung erhalten die Kasten in dem Gerüst durch ein Balkenstück, welches bei K über die Decke des Kastens gelegt wird. Dadurch wird verhindert, daß sich die Kasten nicht heben kön-

nen. L ist die Ventilöffnung, aus welcher die verdichtete Luft in den Windkasten geführt wird, in so ferne man für die Gebläsekasten einen gemeinschaftlichen Windsammelkasten wählt. Das zur Oeffnung L gehörende Ventil, liegt in dem Windsammelkasten. Um keinen Wind zu verlieren, wird auf der Decke des Gebläsekastens, rund um die Oeffnung L, ein fein- und kurzwolliger Pelz aufgeleimt und dann der Windkasten erst aufgestellt und gehörig befestigt. Die innere Einrichtung des Windkastens ergiebt sich aus der Zeichnung. Die Ventilklappen (aus schwachem hartem Holz, welches quer nach den Jahrringen angewendet wird) leimt man auf Leder und befestigt es, wie aus der Zeichnung hervorgeht, mit Nägeln an dem Boden des Windkastens, nachdem zuvor ganz feiner Schaafspelz in schmalen Streifen um die Ventilöffnung geleimt worden ist. Diese Ventilklappen ragen jedoch über den Rändern der Ventilöffnungen nicht mehr als $\frac{3}{16}$, oder höchstens $\frac{1}{4}$ Zoll hervor, weil sie sich sonst, indem sie den Druck der verdichteten Luft zu erleiden haben, zu schwer öffnen würden. Aus demselben Grunde dürfen auch die Ventilöffnungen L nicht zu groß, oder die Ventilklappen nicht zu schwer seyn. Der bei M an den Klappen und an dem Boden des Windkastens befestigte Riemen, hat den Zweck, daß sich die Klappen bei einem zu schnellen Oeffnen nicht überschlagen, und daß sie sich auch überhaupt nur so weit öffnen, als es die Menge des ausströmenden Windes erfordert. Damit sich dieser Riemen aber nicht unter die Klappen ziehe und deren Schließen verhindere, muß er in der Art angenagelt werden, wie es in der Zeichnung angegeben ist. Die Länge des Windkastens richtet sich nach der Lokalität. Ein nur aus zwei Kasten bestehendes Gebläse bekommt in der Decke des Windkastens ein eingesetztes Stück N, damit man zu den Windklappen gelangen, diese untersuchen und nöthigenfalls ausbessern könne. Bei einem Gebläse aus 3 und mehreren Kasten würde dies

eingesetzte Stück aber zu lang werden, und es ist dann besser, bei jeder Ventil- oder Windklappe eine besondere Oeffnung anzubringen und jede mit einem besonderen Deckel in der Decke des Windsammelkastens zu verschließen. Soll der Wind aus jedem Gebläsekasten in eine besondere Düse geführt, also der Wind aus allen Kasten nicht in einem gemeinschaftlichen Sammelkasten vereinigt werden, so verbindet man die Windleitungsröhre, an welcher die Düse befestigt ist, unmittelbar mit dem Deckel eines jeden Gebläsekastens. Häufig fehlt dann das Ventil gänzlich, welches aber, wie schon früher bemerkt ward, eine fehlerhafte Einrichtung ist.

Man kann die Gebläsekasten mit ihrem Boden oder Deckel nach unten oder nach oben gekehrt aufstellen. Im ersten Fall wird die Luft beim Niedergehen, im letzten Fall beim Aufsteigen des Kolbens ausgepreßt. Die erste Einrichtung ist bei den hölzernen Kastengebläsen eben nicht gebräuchlich, theils weil sich die Ventile nicht so gut anbringen lassen, als bei der zweiten Einrichtung, theils weil die Leisten weniger fest gehalten werden können. Man bedient sich daher fast ganz allgemein derjenigen Kasten, bei welchen der Kolben beim Aufsteigen gegen den Boden des Kastens gedrückt wird. Je schneller die Bewegung des Kolben erfolgt, desto mehr Luft wird natürlich in gleichen Zeiträumen ausgepreßt. Daß sich das Ventil bei L erst heben kann, wenn der Kolben schon einen Theil seiner aufsteigenden Bewegung gemacht hat, ist einleuchtend. Ueber dem Ventil L befindet sich nämlich verdichtete Luft; im Kasten ist aber nur Luft von atmosphärischer Dichtigkeit vorhanden. Das Ventil kann also nicht eher gehoben werden, als bis die Luft unter dem Ventil, oder in dem Kasten noch etwas stärker verdichtet ist als in dem Windsammelkasten, weil nicht bloß das Gleichgewicht für den Luftdruck hergestellt, sondern auch noch das Gewicht der Klappe gehoben werden soll. Will man daher bei zwei Kasten einen un-

unterbrochenen Luftstrom bewirken, so muß die Geschwindigkeit des Kolbens zu Anfange der Bewegung beschleunigt, oder zu Ende der Bewegung verzögert werden, damit der Kolben des zweiten Kastens schon die aufsteigende Bewegung anfängt, ehe der des ersten sie beendigt hat. Nur bei 3 und mehreren Kasten wird die Bewegung gleichförmig seyn können.

Zwar ist es einerlei, ob der Gebläsekasten eine senkrechte oder eine horizontale, oder eine gegen den Horizont geneigte Lage erhält; allein die Linie, welche der Kolben bei seiner Bewegung in dem Kasten macht, muß dann immer mit der Richtung, welche der Kasten selbst erhalten hat, ganz genau übereinstimmen. Liegende Kasten würden also eine horizontale Bewegung, und schief stehende Kasten eine nach derselben Richtung fortgehende Bewegung der Kolben verlangen. Man hat auch Kasten, die nach Bogenlinien gekrümmt sind, und dann muß der Kolben bei seiner Bewegung dieselbe Bogenlinie beschreiben. Alle die von der senkrechten Linie abweichenden Richtungen erfordern eine zusammengesetztere Maschinerie, weshalb man schief liegende Kasten, und Kasten mit gekrümmten Wänden, selten antrifft. Die liegenden Kasten, in denen sich die Kolben horizontal bewegen, gestatten zwar eine bequemere Anwendung der bewegenden Kraft; allein der Kolben drückt bei dieser Einrichtung durch sein eigenes Gewicht zu sehr nach der unteren Seite, die Leisten werden dabei leichter schadhaft und die Verdichtung wird unvollkommner. Dennoch hat man die liegenden Kasten hier und dort sehr gerühmt und behauptet, daß sie eine schnellere Kolbenbewegung als bei der senkrechten Richtung des Kolbens zulassen, welches jedoch keinesweges erwiesen ist. — Bei der senkrechten Bewegung der Kolben, müssen die Axe des Kastens und die Linie, nach welcher der Kolben seine Bewegung macht, von der Vertikale durchaus nicht abweichen, weil sonst ein Seitendruck entsteht, wobei die Leisten nicht genau anschließen können und

ein Bruch bei der Maschinerie zu befürchten ist. Die Bewegung der Kolben wird, wie bei den hölzernen Balgengebläsen, entweder durch Wellfüße (Epicykloiden) oder durch gezahnte Stangen, oder durch Krummzapfenbewegung bewirkt. Die Einrichtungen die man dabei treffen will, können so mannigfaltig seyn, daß es kaum möglich seyn würde, alle Fälle zu erschöpfen. Bei den Gebläsen, bei welchen der Kolben niedergedrückt wird, um die Luft auszupressen, muß zugleich der niedergegangene Kolben durch ein Gegengewicht wieder gehoben werden. Die dadurch veranlaßte größere Zusammensetzung der Maschinerie ist ein Grund mehr, denjenigen Gebläsen den Vorzug zu geben, bei welchen der Kolben beim Aufsteigen die Last zu überwinden hat, indem er bei dieser Einrichtung durch sein eigenes Gewicht wieder niedersinkt. Man muß sogar durch Gegengewichte, welche die Bewegung verzögern, oder auf andere Weise, das zu schnelle Niedersinken des Kolbens zu verhindern suchen. Eine der gewöhnlicheren Einrichtungen bei den hölzernen Kastengebläsen, welche zugleich sehr einfach und dauerhaft ist, zeigt die Zeichnung Fig. 397. im Durchschnitt durch die Kasten mit undurchschnittenen Kolben, und Fig. 398. in der Seitenansicht. Es sind hier A die Kasten, B die Kolben mit der Kolbenstange, C der gemeinschaftliche Windsammelkasten, D die aus demselben abgeleitete Windleitungsröhre, welche mit der Düse in Verbindung steht. E ist eine in der Kolbenstange eingeschobene hölzerne Leiste, welche verhindert, daß der Kolben nicht weiter niedersinkt, als bis dahin, wo er seinen tiefsten Punkt erreicht hat. Die Art, wie die Kolben gehoben werden, ergiebt sich unmittelbar aus der Zeichnung. Eine geringe Abweichung von der senkrechten Linie ist dabei zwar nicht zu vermeiden, indeß ist dieselbe bei der Hubhöhe von 2′ 3″, und bei der Länge der Leitärme F, von 9′ 4″ nur unbedeutend. Je länger diese Leitärme F genommen werden, desto geringer wird die Abweichung, bei gleich

bleibender Hubhöhe. Theilt man dem Kasten eine größere Höhe zu, so vergrößert sich mit der Hubhöhe auch die Abweichung von der senkrechten Linie beim Auf- und Niedergehen des Kolbens. Gestatten es der Raum, oder andere Umstände, nicht, die Leitärme F und die Balanciers G in demselben Verhältniß zu verlängern, so verbindet man die Kolbenstangen mit Ketten die an Krümmlingen befestigt sind.

Von den eisernen Cylindergebläsen.

Vor allen hölzernen Gebläsen haben die eisernen den Vorzug, daß bei ihnen ein geringerer Windverlust statt findet. Die verdichtete Luft sucht bei den hölzernen Gebläsen nicht allein zwischen den Leisten und den Wänden der Kasten einen Ausweg, sondern sie entweicht durch die Fugen und sogar durch die Fasern des Holzes selbst, besonders wenn sie sich in einem stark zusammengepreßten Zustande befindet. Deshalb werden die eisernen Gebläse jetzt auch schon ziemlich allgemein, wenigstens auf Hüttenwerken angewendet, die eine große Masse von stark gepreßter Luft zu den metallurgischen Prozessen erfordern. Für die eisernen Gebläse wählt man durchaus nur die cylindrische Gestalt, weil sich die Cylinder am genauesten darstellen lassen und weil sie das vollkommenste Anschließen der Kolben an den Wänden des Cylinders gestatten. Obgleich im Allgemeinen der Mechanismus bei den einfachen Cylindergebläsen von dem bei den Kastengebläsen nicht abweichend seyn kann; so führt doch die Verschiedenheit des Materials einige Verschiedenheiten in der Einrichtung herbei, indem man z. B. bei den eisernen Gebläsen Schrauben und Schraubenlöcher in solchen Fällen anwenden muß, wo bei den hölzernen Gebläsen schon eine Befestigung durch Nägel, durch Festleimen u. s. f. ausreichen würde. Hat man daher nur geringe Windquantitäten herbei zu schaffen, ohne einer starken Pressung der Luft zu bedürfen, so wird ein wohlfeileres gutes Kastengebläse den

Zweck vollkommen erreichen lassen und man wird die Cylindergebläse nur dann anwenden, wenn man Gelegenheit hat, mehrere Oefen oder Heerde mit einem gemeinschaftlichen Gebläse zu versehen, oder wenn der Schmelzprozeß von der Art ist, daß er eine bedeutende Menge und stark gepreßten Wind erfordert.

Bei den eisernen Gebläsen ist der Cylinder ein für sich bestehendes und von allen übrigen Theilen des Gebläses ganz unabhängiges Stück. Er muß daher mit Kränzen versehen seyn, in welchen sich Schraubenlöcher befinden, um den Boden, oder den Deckel, oder in einigen Fällen Boden und Deckel, befestigen zu können. Die Schraubenlöcher im Boden und Deckel korrespondiren natürlich mit denen in den Kränzen des Cylinders. Um das Entweichen der Luft aus dem Zwischenraum zwischen den Kränzen des Cylinders und dem angeschraubten Boden und Deckel zu verhindern, pflegt man wohl einen ganz schwachen Ring von Blei, oder auch Hanf anzuwenden, um die Schrauben möglichst stark anziehen zu können, damit alle Zwischenräume auf den Berührungsflächen verstopft werden. Daß die Cylinder durchaus concentrisch und die inneren Wände vollkommen glatt ausgebohrt seyn müssen, daß weder Bohrringe noch Löcher und Blasen in den Wänden des Cylinders vorhanden seyn dürfen, und daß derselbe demnächst vollkommen senkrecht aufgestellt seyn muß, versteht sich vonselbst. Eben so muß auch der Rand des Kolbens glatt abgedreht und völlig concentrisch seyn. Der Rand des Kolbens darf indeß die Wände des Cylinders nicht unmittelbar berühren, weil eine so vollkommne Ausführung niemals zu erwarten ist, daß der Kolben, ohne Anwendung von Verdichtungsmitteln (ohne Liederung), seine auf- und niedergehende Bewegung in den Cylinder machen könnte. Man giebt dem Kolben daher einen um $\frac{1}{4}$ bis $\frac{3}{8}$ Zoll kleineren Durchmesser als dem Cylinder, und sucht den auf dem ganzen Umfange

des Kolbens entstehenden Zwischenraum von $\frac{1}{8}$ bis $\frac{3}{16}$ Zoll zwischen dem Kolbenrande und den Wänden des Cylinders, auf verschiedene Weise luftdicht zu machen. Die Verbindung des Kolbens mit der Kolbenstange geschieht auf eine einfache Weise durch eine in der Mitte des Kolbens befindliche Muffe, welche die Gestalt eines hohlen abgekürzten Kegels hat. In diese glatt ausgebohrte Muffe wird das eben so gestaltete glatt abgedrehte Ende der Kolbenstange hineingeschoben und verkeilt. Die Ventile zum Einlassen der atmosphärischen und zum Auslassen der verdichteten Luft, können auf mannigfaltige Art angebracht werden. Bei den einfachen Cylindergebläsen befinden sich die Einlaßventilöffnungen gewöhnlich im Kolben, und die Klappen, welche eben so wie bei den Kastengebläsen eingerichtet sind, werden durch Schrauben befestigt. Die Ventile zum Auslassen der Luft hängen in Hälsen oder in Kasten, welche an dem Boden und Deckel des Cylinders luftdicht angeschraubt sind. Es kommt dabei vorzüglich immer darauf an, solche Einrichtung zu treffen, daß, nach beendigtem Hube des Kolbens, möglichst wenig verdichtete Luft zurück bleibt, oder daß der Raum zwischen den Kolben, in seinem höchsten Stande, und zwischen dem Auslaßventil, der möglichst kleinste wird.

Diejenigen Cylindergebläse, welche entweder nur beim Aufsteigen oder beim Niedergehen des Kolbens Wind auspressen, sind unter dem Namen der einfachen Cylindergebläse bekannt. Der Mechanismus bei diesen Gebläsen ist eben so wie bei den hölzernen Kastengebläsen, nur daß man sehr oft die Kolbenstange durch den Deckel des Cylinders hindurch gehen läßt. Der Deckel ist zu dem Ende mit einer Oeffnung und diese mit einer Verdichtungsvorrichtung versehen, damit zwischen der Kolbenstange und der Oeffnung im Cylinderdeckel, keine Luft entweichen kann. Man nennt diese Verdichtungsvorrichtung die Stopfungsbüchse. Auch bei den einfachen Cy-

lindergebläsen läßt sich die bewegende Kraft mit der Kolbenstange häufig leichter und zweckmäßiger verbinden, wenn die Kolbenstange durch den Deckel des Cylinders geführt ist, als wenn der Kolben, wie bei den hölzernen Kastengebläsen, von unten gehoben werden müßte. Bei den gleich anzuführenden doppelt wirkenden Gebläsen kann aber gar keine Einrichtung statt finden, als die Kolbenstange entweder durch den Boden, oder, wie fast immer, durch den Deckel des Cylinders gehen zu lassen.

Die einfachen Cylindergebläse sind nur noch sehr wenig im Gebrauch, indem man, zur Vereinfachung der Maschinerie, zur Verkleinerung der Cylinder und zur besseren Benutzung der bewegenden Kraft, fast allgemein bei den Cylindergebläsen angefangen hat, sich der Doppelgebläse, oder der doppelt wirkenden Cylinder zu bedienen. Bei diesen Gebläsen wird sowohl beim Aufsteigen als beim Niedergehen der Kolben Wind ausgepreßt, indem, während der Raum über oder unter dem Kolben durch den aufsteigenden oder niedergehenden Kolben von der vorher aufgefangenen Luft entleert wird, der Raum unter oder über dem Kolben sich gleichzeitig wieder mit atmosphärischer Luft anfüllen muß. Es kann daher bei einem Doppelgebläse der räumliche Inhalt des Cylinders, in derselben Zeit, in welcher er bei dem einfachen Gebläse nur einmal benutzt wird, zweimal angewendet werden. Bei dieser Einrichtung der Gebläse können in dem Kolben keine Ventilöffnungen vorhanden, sondern die Ventile zum Einlassen der atmosphärischen und zum Auslassen der verdichteten Luft, müssen unter und über den Kolben angebracht seyn. Der Cylinder muß daher mit einem Deckel und mit einem Boden versehen werden und die Ein- und Auslaßventile befinden sich sowohl am Boden als am Deckel des Cylinders. Während sich das Einlaßventil über dem Kolben, bei der niedergehenden Bewegung desselben, öffnet, schließt sich das Auslaßventil; gleich-

zeitig schließt sich das Einlaßventil unter dem Kolben und es öffnet sich das Auslaßventil. Bei der aufsteigenden Bewegung des Kolbens findet das entgegengesetzte Spiel der Ventile statt, so daß immer die Ein- und Auslaßventile auf der entgegengesetzten Seite des Kolbens geöffnet und geschlossen sind. Man hat auch doppelt wirkende hölzerne Kastengebläse anzuwenden versucht, indeß mit wenig günstigem Erfolge. Nur bei den liegenden Kastengebläsen macht man noch hier und dort einen Gebrauch von dieser Einrichtung, die bei den liegenden Kasten besser als bei den senkrechten angebracht werden kann.

Das Verfahren, die Kolbenstange durch den Cylinderdeckel gehen zu lassen, und den Kolben selbst zu dichten (zu liedern) ist bei den einfachen und bei den doppelten Gebläsen ganz dasselbe. Nur in der Anordnung der Ventile, indem die Einlaßventile bei den einfachen Gebläsen im Kolben liegen können, und darin, daß die Doppelgebläse mit einem Boden und Deckel versehen seyn müssen, während die einfachen Gebläse nur eines Bodens oder eines Deckels bedürfen, findet zwischen beiden Gebläsen eine Verschiedenheit statt. Bedient man sich nicht des Wasserrades, sondern einer Dampfmaschine als bewegende Kraft, so muß natürlich auch eine doppelt wirkende Dampfmaschine gewählt werden. Die Art, wie die wirkende Kraft mit der Kolbenstange in Verbindung gesetzt wird, ist außerordentlich mannigfaltig, sowohl für die einfache als für die doppelt wirkenden Gebläse. Davon kann indeß hier die Rede nicht seyn.

Zuweilen bedient man sich nur eines einzigen Doppelcylinders und bewirkt das gleichförmige Ausströmen der Luft aus der Düse auf eine besondere Weise, nämlich durch Windregulatoren. In anderen Fällen besteht die Maschinerie aus zwei oder aus mehreren Doppelcylindern. Wendet man nur zwei Cylinder an, so läßt sich auch noch kein gleichförmiges

Ausströmen des Windes bewerkstelligen, weil es, wegen der gleichmäßigen Vertheilung der wirkenden Kraft, nothwendig ist, daß der eine Kolben seine Bewegung vollendet hat, während der zweite sie beginnt. Wenn daher nicht etwa durch lange und weite Windleitungen, welche die Stelle der Regulatoren vertreten können, das Ausströmen der Luft einigermaßen regulirt wird, so werden auch bei zwei Doppelcylindern noch Windregulatoren nöthig seyn, wenn ein gleichförmiges Ausströmen der Luft erforderlich ist. Nur bei drei Cylinder würde man keines Regulators bedürfen. Man mag sich aber eines Windregulators bedienen, oder nicht; so wird doch immer die aus den Auslaßventilen der sämmtlichen Cylinder ausgepreßte Luft (auch bei den einfachen Cylindern, in so ferne man nicht etwa 2 Düsen anwenden will) in einen gemeinschaftlichen Raum geleitet und aus diesem entweder der Düse oder dem Windregulator zugeführt. Man kann diesen Raum aus eisernen luftdicht zusammengeschraubten Platten, oder auch aus eisernen Röhren, die mit ihren Kränzen luftdicht an einander geschraubt sind, zusammensetzen. Außerdem bringt man, nach den örtlichen Umständen und Verhältnissen, in den Windleitungsröhren noch an bestimmten Stellen Ventile an, um den Wind entweder ganz abzusperren, oder um ihn durch Oeffnungen von bestimmter Größe des Querdurchschnitts, welcher durch die Ventile bestimmt und nach Umständen abgeändert wird, ausströmen zu lassen. Eine solche Einrichtung ist z. B. in solchen Fällen nöthig, wenn ein Gebläse den Wind für mehrere Oefen, oder auch für mehrere Formen eines und desselben Ofens liefert, und überhaupt dann, wenn es die Absicht ist, die Windmenge nach verschiedenen Punkten ungleich zu vertheilen. Solche Ventile sind gewöhnlich schwere metallene Kegelventile, deren Entfernung von dem Ventilsitz durch Schrauben, die das Ventil zugleich schwebend erhalten, regulirt wird, und welche durch dieselbe Schrauben-

vorrichtung auch fest gegen den Ventilsitz gepreßt werden, wenn das Ventil ganz geschlossen werden soll. Der Ventilsitz muß ganz glatt kegelförmig abgedreht seyn, damit das ebenfalls glatt abgedrehete Kegelventil ganz genau anschließt. Diese Ventile liegen in Kasten, welche mit der Windröhrenleitung in Verbindung stehen, und die mit dem Kegelventil verbundene Stange ist luftdicht durch den Deckel des Kastens geführt, wo sie schraubenartig eingeschlossen ist, so daß man von außen durch die Schraubenmutter das Ventil schließen, oder mehr und weniger öffnen kann. Man nennt die Kasten, in welche sich solche Ventile befinden, Windsperrungskasten.

Die Zeichnungen Fig. 380 bis 383. stellen einen eisernen Doppelcylinder in dem Moment dar, wo der Kolben seine niedergehende Bewegung macht, mit seinem Deckel, Boden und Kolben. Die Ventile liegen in den Hälsen, mit welchen der Deckel und der Boden des Cylinders versehen sind. a sind die Ventile zum Einlassen der atmosphärischen Luft und b die Ventile zum Auslassen der verdichteten Luft über und unter dem Kolben. Der Sammelkasten c, welcher hier nicht aus eisernen Röhren, sondern aus eisernen Platten zusammengesetzt ist, gehört zweien Cylindern gemeinschaftlich an, indem der zweite Cylinder, wie die Zeichnung ergiebt, auf der anderen Seite des Sammelkastens liegen würde. Die an der Platte des Sammelkastens angegossenen Vorsprünge d dienen, wie die Zeichnung ebenfalls zeigt, zur Befestigung für das hölzerne Futter, an welchem die Ventile liegen, und zur Befestigung der Federn e, welche verhindern sollen, daß sich die Ventile nicht zu weit öffnen. In dem Deckel, oder in einer von den Seitenwänden dieses Sammelkastens befindet sich eine Oeffnung, an welcher eine Röhre luftdicht angeschraubt wird, die den Wind weiter fortleitet. f ist die Stopfungsbüchse, und g zeigt die Verbindung der Kolbenstange mit dem Kolben. Die Schlitze durch die gegossene eiserne Muffe in der

Mitte des Kolbens, und durch die geschmiedete eiserne Kolbenstange, müssen genau mit einander correspondiren, damit der eiserne Keil h durch diese Schlitze oder Oeffnungen gesteckt werden kann. i ist eine Vertiefung im Boden des Cylinders, welche keinen andern Zweck hat, als das Niedergehen des Kolbens bis zum Boden möglich zu machen, welches ohne diese Vertiefung nicht geschehen könnte. Die Gestalt des Kolbens ergiebt sich im Durchschnitt aus Fig. 380. und in der oberen Ansicht aus Fig. 382. Der aufstehende Rand k des Kolbens dient zur Anbringung der Verdichtungsvorrichtungen, oder der Liederung, und die aufstehenden Ränder l, deren man bei größern Kolben noch mehrere anbringt, zur Verstärkung des Kolbens. Die Räume zwischen k und l werden mit Holz ausgefüttert, damit sie sich nicht mit verdichteter Luft anfüllen. — Die hier dargestellte Einrichtung zur Anbringung der Hälse für die Ventile an dem Boden und Deckel des Cylinders, gehört zu den vorzüglicheren, weil sie nur einen geringen — immer nicht ganz zu vermeidenden — schädlichen Raum veranlassen. Man hat auf verschiedene Weise versucht, den Raum für die Ventile möglichst zu beschränken. Bei sehr großen Cylindern bedient man sich, statt der Hälse die unmittelbar an dem Deckel und an dem Boden gegossen sind, der so genannten Ventilkasten, welche von dem Boden und Deckel unabhängig und luftdicht an denselben angeschraubt werden. Diese Ventilkasten sind dann häufig so eingerichtet, daß sich in denselben sowohl die Einlaß- als die Ausblaseventile befinden. Eine solche Einrichtung zeigt z. B. die Zeichnung Fig. 399., wie sie zu Mertyr Tidvil statt findet. Statt des Windsammelkastens ist hier eine Röhrenverbindung gewählt. Wegen der Größe des Cylinders mußte den Einlaßventilen auch eine bedeutende Größe zugetheilt werden, weshalb der Ventilkasten nicht kleiner construirt werden konnte. — Eine andere ähnliche und sehr lobenswerthe Einrichtung ergiebt sich aus der Zeich-

nung Fig. 384. Die Ventile in dem an dem Boden des Cylinders befindlichen Ventilkasten, sowohl das Einlaß- als das Auslaßventil, müssen durch Federn r und s gegen die Ventilsitze gedrückt und verschlossen werden. Bei den oberen Ventilen ist dies, wie aus der Zeichnung hervorgeht, nicht erforderlich. Die Federn nutzen sich indeß leicht ab und es würde daher wünschenswerth gewesen seyn, wenn dem unteren Ventilkasten mit seinem Ventile dieselbe Einrichtung, wie dem oberen hätte gegeben werden können, um die Federn entbehrlich zu machen, wenn sich das untere Einlaßventil nicht nothwendig bei α öffnen müßte, damit das Ventil nicht die zum Cylinder führende Oeffnung aus dem Ventilkasten versperrt.

Die Einrichtungen bei den Ventilen, bei der Stopfungsbüchse und für die Verdichtung (Liederung) des Kolbens, erfordern noch eine nähere Untersuchung, weil von der Zweckmäßigkeit und von dem guten Zustande derselben, die Leistung des Gebläses sehr abhängig ist, und weil diese Einrichtungen unmittelbar mit der Anwendung der Gebläse verbunden sind, weshalb der praktische Metallurg ganz genau damit bekannt seyn muß.

Die Ventile werden in den Hälsen des Cylinders oder in den Ventilkasten gewöhnlich in der Art angebracht, daß sie etwas gegen den Horizont geneigt sind, damit sie sich durch ihr eigenes Gewicht schließen, wenn sie durch den Druck der Luft nicht geöffnet werden. Man macht diese Ventile von leichtem Holz, welches mit Filz gefüttert wird. Sie schlagen gegen hölzerne, ebenfalls mit Filz oder auch mit Schaafpelz gefütterte Ventilsitze. Die Einlaßventile müssen immer möglichst groß gemacht werden, besonders bei einem schnellen Kolbenwechsel, damit sich der räumliche Inhalt des Cylinders mit Luft von atmosphärischer Dichtigkeit anfüllen kann. Die Auslaßventile sind, aus schon früher erwähnten Gründen, nicht zu groß zu machen. — Kegelventile sind weder für die Einlaß-

noch für die Auslaßventile üblich, weil sie ungleich weniger vollkommen die Ventilöffnung schließen, als die Klappenventile. Diese Ventile (Klappen, Windklappen) sind aber zuweilen auch von dünnem Eisenblech angefertigt. Die Zeichnungen Fig. 390 bis 392. zeigen im Allgemeinen die Einrichtung bei einem hölzernen Klappenventil. In Fig. 390. ist die Art der Verbindung des Ventils mit dem Cylinderhalse angegeben; Fig. 391. ist die Ansicht von dem Ventil A nach der Richtung des in Fig. 390. gezeichneten Pfeiles, und Fig. 392. ein hölzerner Rahmen, oder der Ventilsitz a, mit zwei Leisten von geschmiedetem Eisen, welche zu dessen Befestigung dienen, und verhindern, daß sich der hölzerne Rahmen verwerfen kann, wodurch das Ventil einen unvollkommneren Anschlag erhalten und die Ventilöffnung nicht vollständig schließen würde. Der Ventilsitz, in welchem die Ventilöffnung α eingeschnitten ist, wird mit mehreren Schrauben γ durch die dazu gehörenden Schraubenlöcher β, an den Kränzen des Cylinderhalses befestigt. Die Schrauben in den Schraubenlöchern β' dienen zugleich zur Befestigung des Ventils, welches aus zwei oder aus mehreren aufeinander geleimten Stücken Holz besteht, die in der Art bearbeitet sind, wie sich aus dem Durchschnitt A in der Fig. 390. ergiebt. Die keilförmig bearbeitete Klappe hat oben eine Decke von Leder i, welches angeleimt und außerdem noch mit Nägeln m befestigt wird. Die untere Fläche der hölzernen Klappe erhält eine Belegung von Filz n, die gleichfalls angeleimt und da wo das hölzerne Ventil aufhört, mit dem Lederfortsatz desselben verbunden ist. Die Schraubenlöcher β' (Fig. 392.) müssen also durch die Leder- und Filzbekleidung der Klappe hindurch gehen, wodurch das Ventil seine feste Lage und seine Beweglichkeit erhält. Die Filzstreifen n' (oder auch ein dünnes Schaafsfell) zwischen dem Rahmen oder dem Ventilsitz a und dem Kranz des Cylinderhalses, bilden die obere Bekleidung des Ventilsitzes und dienen

theils als Verdichtungsmittel zwischen dem Cylinderhals und dem Ventilsitz, theils zum luftdichten Anschließen des Ventils, wenn dasselbe sich schließt.

Die Einrichtung der metallenen Ventilklappen ergiebt sich aus der Zeichnung Fig. 393., wo ab den Rahmen für die Ventilöffnung bedeutet. dce ist das Ventil, welches aus einem dünne ausgetriebenen Eisenblech besteht. fg ist ein dünner Schaafspelz, welcher an den Rändern des Ventils befestigt ist. Das Ventil bewegt sich in dem Gelenk, oder in dem Charnier d, welches mittelst Schrauben an dem Rahmen oder Ventilsitz befestigt wird.

Die Stopfungsbüchsen für die Cylindergebläse verdichtet man in der Art wie aus den Zeichnungen Fig. 385 bis 387. hervorgeht. a ist der mittlere Theil des Cylinderdeckels mit dem angemessenen Fortsatze für die Stopfungsbüchse. b ist die Kolbenstange, welche durch die ringförmigen Büchsen x von Messing, senkrecht hindurch geführt wird. tz sind Flechten von Hanf, welche den Raum in der Stopfungsbüchse ausfüllen und durch die messingenen Büchsen x festgehalten werden. z sind kleine Schraubenmuttern, welche in der Messingbüchse x eingeschnitten sind. Sie dienen zum Herausheben der Büchse, wenn die Hanfliederung tz ausgewechselt, oder wenn eine andere Messingbüchse eingelegt werden soll. n ist die, gleichfalls mit einer ringförmigen Messingbüchse x ausgefutterte Deckplatte, welche an der Stopfungsbüchse angeschlossen ist, um zu verhindern, daß sich die Hanfflechte tz und die Messingbüchsen x in der Stopfungsbüchse in die Höhe heben. Die Zeichnung Fig. 385. zeigt diese Deckplatte in der oberen Ansicht, mit den beiden flügelartigen Fortsätzen o, in welchen sich die Schraubenlöcher zur Befestigung der Deckplatte an der Stopfungsbüchse befinden. Diese Platte hat in der Mitte eine ringförmige Vertiefung m, in welche von Zeit zu Zeit etwas Oel gegossen wird, um die auf- und niedergehende Bewegung

der Kolbenstange zu erleichtern. Die Art der Befestigung der Deckplatte n an der Stopfungsbüchse, ergiebt sich aus den Zeichnungen Fig. 386 und 387. Der geschmiedete eiserne Bolzen p, welcher durch die Schraubenlöcher o in der Deckplatte hindurch geht, ist oben mit einem eingeschnittenen Gewinde versehen und wird durch die Schraubenmuttern i fest angezogen. Mit der Stopfungsbüchse ist dieser Bolzen durch einen an der ersteren angegossenen Ansatz verbunden, über welchen der Bolzen gesteckt wird, zu welchem Zweck der untere Theil desselben mit einer correspondirenden Oeffnung versehen ist.

Das Verdichtungsmittel, welches man anwendet, um den Zwischenraum zwischen dem Rande des Kolbens und der inneren Fläche des Cylinders auszufüllen und das Entweichen der verdichteten Luft über oder unter dem Kolben zu verhindern, nennt man die Liederung. Durch eine unvollkommene Liederung kann die Wirkung des Gebläses ungemein vermindert werden, weil die verdichtete Luft hinter dem Kolben entweicht, statt aus den Auslaßventilen ausgepreßt zu werden. Zur Liederung wendet man Wolle, Leder oder auch Leinewand an. Das gewöhnliche Verfahren bei der Liederung des Kolbens mit Leder und Wolle geht aus der Zeichnung Fig. 388. hervor, welche einen Theil von einem Blasecylinderkolben im Durchschnitt darstellt. x ist der aufstehende Rand des Kolbens, durch welchen ein ringförmiger Raum zwischen diesem Rande und der inneren Fläche des Cylinders gebildet wird, der zur Aufnahme der Liederung bestimmt ist. a sind ringförmige Scheiben von Holz, durch welche die Lederscheiben b festgehalten werden. Beide Lederscheiben, die obere und die untere, stoßen in der Mitte der Kolbenhöhe möglichst nahe an einander. Der Zwischenraum zwischen der hölzernen Scheibe a und der Lederscheibe b, ist mit Wolle c ausgefüllt, welche, wegen ihrer Elasticität, die Lederenden gegen die Cylinderwände drückt. Der gegossene eiserne Liederungsring d dient zum Zu-

sammenhalten der Holz- und Lederscheiben. Er wird durch Schrauben, die durch sämmtliche Scheiben hindurch gehen, weshalb dieselben mit correspondirenden Schraubenlöchern versehen seyn müssen, mit dem Kolben verbunden, wie aus der Zeichnung deutlich zu ersehen ist. Statt eines gegossenen eisernen Ringes d, kann man sich aber auch eines Ringes von festem Holz bedienen, den man noch mit einem Ring von Blei bedeckt, theils um ihm eine größere Haltbarkeit zu geben, theils um die Schrauben mit den Schraubenmuttern fester anziehen zu können. Daß der hohle Raum r des Kolbens mit Holz ausgefuttert werden muß, ist schon oben bemerkt worden. Die Lederscheiben b ragen $\frac{1}{8}$ bis $\frac{3}{16}$ Zoll über dem unteren concentrisch abgedreheten Rande des Kolbens hervor. Es ist nothwendig, starkes und festes Leder zur Liederung anzuwenden und die Wände des Cylinders mit Graphit zu bestreichen, damit sich das Leder nicht schnell abnutzt. Auch müssen die Zwischenräume zwischen den Holz- und Lederscheiben möglichst fest mit Wolle ausgestopft werden, weil diese eigentlich dazu bestimmt ist, die Lederscheiben gegen die innere Fläche des Cylinders zu drücken.

Ein zweites, weniger zu empfehlendes Verfahren bei der Liederung mit Leder stellt die Zeichnung Fig. 389. dar. Es unterscheidet sich von dem vorigen dadurch, daß das Liederungsleder nicht aus zwei Hälften, der oberen und der unteren, besteht, sondern daß man nur ein einziges, ringförmig ausgeschnittenes Stück Leder b anwendet, welches um die hölzerne Scheibe a gelegt und oben und unten durch a festgehalten wird. Die Befestigung durch den Liederungsring d geschieht in derselben Art wie bei der vorhin erwähnten Liederung. Das Leder wird bei dieser Methode nicht so genau gegen die Fläche des Cylinders gedrückt, auch nutzt es sich ungleich schneller ab.

Eine dritte Liederungsmethode mit Leder zeigt die Zeich-

nung Fig. 396., wo A einen Theil des Kolbens im Durchschnitt darstellt. Der Kolben ist unten mit einem concentrisch abgedreheten Vorsprung a versehen, welcher fast eben so stark hervortritt als die Lederstreifen oder die Lederringe b und e. Ueber dem Vorsprunge ist in dem Kolben eine kleine Rinne oder ein Ring x ausgedreht, mit welchem Oeffnungen c x in Verbindung stehen, die auf der unteren Fläche des Kolbens von c bis x gebohrt werden. Wenn der Kolben seine niedergehende Bewegung macht, so tritt die unter demselben befindliche verdichtete Luft durch c x und preßt die Lederscheibe b gegen die Wand des Cylinders. Bei der aufsteigenden Bewegung des Kolbens drückt die über demselbem befindliche verdichtete Luft schon vonselbst die Lederscheibe e gegen den Cylinder. d ist ein hölzerner oder auch ein bleierner Zugring zwischen den Lederscheiben b und e. Die obere Lederscheibe e wird mit einem gegossenen eisernen Ringe f bedeckt, der mittelst der in den Körper des Kolbens eingelassenen Schrauben und den Schraubenmuttern g fest angezogen wird. Dies Verfahren setzt sehr genau und sorgfältig ausgebohrte Cylinder und eben so abgedrehete Kolben voraus, indem der vorstehende Rand des Kolbens ganz genau in den Cylinder passen muß.

Wenn man sich der Leinewand statt des Leders bei der Liederung bedient, so muß man die Einrichtungen etwas abändern, weil die Leinewand, durch das nothwendige vielfache Uebereinanderlegen, so steif wird, daß sie nicht die Biegungen wie das Leder zuläßt. Wendet man die Leinewand nicht parallel mit der Richtung der Fäden an, so ist sie der Abnutzung ungleich weniger unterworfen als das Leder, und eine gute Leinewand-Liederung kann zuweilen Jahre lang ununterbrochen benutzt werden, ohne daß eine Auswechselung erforderlich wäre. Am besten ist es, starkes Schiffssegeltuch von Hanf anzuwenden, welches unter 45 Grad Neigung gegen die beiden Fadenrichtungen, also ganz diagonal, in etwa 1 Zoll breite

Bänder zerschnitten wird. Haben diese Bänder eine bedeutende Länge, so müssen sie demnächst nach der Größe des Kreisbogens des Kolbens abgerichtet werden. Die einzelnen Leinewandstreifen taucht man zuerst in eine dünne Schlämme, welche aus rein geschlämmtem Graphit mit beigemischtem Stärkewasser besteht. Es muß aber nur wenig, und nicht mehr Stärke genommen werden als nöthig ist, um den Graphit im Wasser schwebend zu erhalten. Die auf diese Weise getränkten Leinewandstreifen werden getrocknet, zu etwa $\frac{1}{2}$ Zoll dicken und $\frac{3}{4}$ Zoll breiten Liederungsleisten zusammen genähet, und, in ähnlicher Art wie der Buchbinder die Bücher beschneidet, für die innern, oder für die nach dem Mittelpunkt des Kolbens gekehrte Seite rechtwinklich, und für die nach außen, oder nach der Cylinderwand gerichtete Seite etwas geneigt, beschnitten. Aus diesen Leisten von erforderlicher Länge für den Kolbenumfang, werden alsdann zwei Liederungsringe in jedem Kolben eingepaßt, der eine auf der oberen, der andere auf der unteren Fläche des Kolbens. Die Zeichnung Fig. 395. zeigt einen so gliederten Kolben im Durchschnitt nach der Richtung des Durchmessers, und Fig. 394. den Rand des Kolbens nach einem größeren Maaßstabe, um daraus die Liederungsmethode genau ersehen zu können. c ist der vordere Theil des Kolbens, welcher, statt des Liederungsrandes, zwei wulstförmige Erhöhungen α, auf der oberen und auf der unteren Kolbenfläche erhält, die, nach dem Umfange des Kolbens zu, den schräge ablaufenden Vorsprung β begränzen. Von den beiden Liederungsringen a wird der eine über, der andere unter diesem Vorsprunge eingepreßt. Die Deckringe b sind von geschmiedetem Eisen. Sie haben die Bestimmung die Liederungsringe festzuhalten, und werden mit Schrauben an dem Kolben fest angeschraubt. Die in dem Zwischenraum d, zwischen dem Kolben und den Deckringen befindliche verdichtete Luft, drückt die Liederungsringe gegen die Cylinderwand, denn

obgleich die Räume m mit Holz ausgefuttert werden, so wird die verdichtete Luft dadurch doch nicht verhindert, in die unausgefüllt bleibenden Zwischenräume d einzudringen.

Ein anderes Verfahren bei der Liederung mit Leinewand zeigen die Zeichnungen Fig. 400 bis 402. Der Kolben erhält keine Deckringe, welche die Liederung festhalten, sondern er ist, statt der Deckringe, mit einer etwa 1 Zoll tiefen und $\frac{1}{2}$ Zoll hohen Nuth versehen, welche den Rand des Kolbens bildet. Diese Nuth dient zur Aufnahme der Liederung. Beim Gießen des Kolben wird sie zwar sogleich ausgespart, sie muß aber abgedreht werden, damit sie ganz glatte Flächen erhält. Um die in diese Nuth hineingeschobenen Liederungsringe von Leinewand gegen die Cylinderwand zu drücken, werden, in einer Entfernung von etwa 4 zu 4 Zoll, nach der Richtung des Durchmessers des Kolbens, $1\frac{1}{2}$ Zoll tiefe und 4 Linien im Durchmesser weite Löcher gebohrt, in welche man aus Eisendrath gewundene Federn steckt, welche auf der einen Seite gegen den Kolben und auf der anderen gegen den Liederungsring drücken und denselben gegen die Cylinderwand pressen. Damit die Federn die Spannung behalten und sich nicht zusammendrücken, steckt man sie über kleine hölzerne Kölbchen, Fig. 400., die an dem stärkeren Ende ebenfalls 4 Linien im Durchmesser haben, und an dem dünneren Ende zur Aufnahme der Spannfedern dienen. Das jedesmalige dritte oder vierte Kölbchen läßt man nicht aus Holz, sondern aus geschmiedetem Eisen Fig. 400. bestehen und versieht es mit einer Spitze, um den Liederungsring festzuhalten. Dieser Liederungsring (m) füllt die Nuth im Kolbenkranz fast gänzlich aus, indeß bleibt unvermeidlich noch ein kleiner Zwischenraum, durch welchen die zusammengedrückte Luft über und unter dem Kolben einen Durchgang finden und den Effekt des Gebläses vermindern würde. Um dies zu verhüten, versieht man die Rückseite des Liederungsringes mit ganz dünnem Handschuhleder f,

welches den Ring etwa so umgiebt, wie der Deckel ein gebundenes Buch. Die verdichtete Luft drückt nun das Leder gegen die Nuth des Kranzes und kann hinter dem Liederungsringe nicht entweichen. Ein starker wollener Faden, welcher auf den beiden Oberflächen des Liederungsringes festgenähet wird, verhindert, daß sich das dünne Leder nicht fest an den Liederungsring anlegen kann, wodurch es zwecklos werden würde.

Als bewegende Kraft für die Gebläse bedient man sich entweder der Wasserräder oder der Dampfmaschinen. Man mag übrigens einen Mechanismus für die Bewegung wählen, welchen man will; so ist es doch vorzüglich erforderlich, die Cylinder stets vollkommen senkrecht aufzustellen und die Kolben ganz genau in senkrechter Richtung ihre auf- und niedergehende Bewegung machen zu lassen. Man ertheilt der Kolbenstange die senkrechte Richtung entweder durch Storchschnäbel, oder durch gezähnte Krümmlinge, deren Zähne in die gezähnten Stangen eingreifen, welche mit der Kolbenstange unmittelbar verbunden sind. Die Zeichnungen Fig. 415 bis 419. stellen ein Doppelcylindergebläse dar, welches aus zwei Cylindern besteht, deren Kolben durch Wasserkraft in Bewegung gesetzt werden. Fig. 416. ist der Grundriß dieses Gebläses ohne die Balanciers und deren Zubehör. Fig. 415. das Längenprofil nach der Linie ABCD des Grundrisses. Fig. 417. das Querprofil nach der Linie EF des Grundrisses. Die Bewegung der Kolben geschieht durch gezahnte Krümmlinge, welche in die gezahnten Stangen der Kolbenstangen eingreifen. Das obere und das untere Auslaßventil eines jeden Cylinders sind durch eine senkrechte gegossene eiserne Röhre mit einander verbunden, und beide Röhren sind wieder durch eine gebogene Röhre vereinigt, welche den Wind in den Wasserregulator führt. Fig. 418 und 419. stellen, nach einem dreifachen Maaßstabe der Hauptfiguren, die gezahnten Stangen,

welche an den Kolbenstangen befestigt sind, in der Seitenansicht und in der vorderen Ansicht dar.

Von den mit Wasser geliederten Kastengebläsen.

Die einfachsten Gebläse dieser Art sind die so genannten Glockengebläse, deren schon oben gedacht worden ist. Hr. Baader hat den Mechanismus dieser Gebläse verbessert, welche zwar einfach construirt, aber bei erforderlichen starken Windpressungen nicht sehr anwendbar sind. Der Gewinn, welcher durch verminderte Friction der Kolbenliederung entsteht, wird durch andere Mängel der Maschine reichlich wieder aufgewogen, besonders dadurch, daß sich ein großer schädlicher Raum, der mit verdichteter Luft ausgefüllt bleibt, nicht vermeiden läßt. In einem mit Wasser zum Theil angefüllten Gefäß A, Fig. 403. bewegt sich ein zweites B dergestalt auf und nieder, daß zwischen dem Boden des Gefäßes B und der Oberfläche des Wassers, ein von allen Seiten durch die Wände des Gefäßes B und durch die Wasserfläche begränzter Raum bleibt, welcher mit Luft angefüllt ist, die beim Niederdrücken des Gefäßes gegen die Fläche des Wassers zusammengedrückt wird, und aus einem über der Wasserfläche liegenden Ventil entweicht. Bei dem Aufsteigen des Gefäßes B öffnet sich ein anderes, über der Oberfläche des Wassers hervorragendes Ventil, um wieder atmosphärische Luft unter den Deckel des Gefäßes treten zu lassen, die dann abermals ausgepreßt wird. Der eigentliche Blasekasten B soll entweder in Frictionsrädern (Rollen) oder in Leitungen, welche sich an der inneren Wandung des Gefäßes A befinden, und mit welchen Leisten correspondiren, die an den äußeren Wänden von B befestigt sind, nach Hrn. Baaders Vorschlage auf- und nieder bewegt werden. Soll die bewegende Kraft so wirken, daß der an dem Blasekasten befindliche Kolben nicht von oben niedergedrückt, sondern von unten niedergezogen wird, so muß in dem

Wasserbehältniß A noch eine wasser- und luftdichte Röhre angebracht werden, in welcher sich der Kolben, wie in einer langen Stopfungsbüchse, auf und nieder bewegt. Das Ventil i dient zum Einlassen der atmosphärischen Luft beim Aufsteigen des Kastens; es schließt sich also wenn der Kasten niedergeht. Der Raum x steht mit der freien Luft in Verbindung. Je weiter dieser Raum ist und je mehr Fläche er in dem Kasten einnimmt, desto mehr Wasser muß beim Niedergehen des Kastens zwar verdrängt werden; allein die Differenz der Höhe des Wasserstandes unter dem Kolben und in dem Wasserbehälter A, oder in dem Zwischenraum zwischen den Kasten A und B, richtet sich natürlich nicht nach diesen Dimensionen, sondern nach der Größe der Windpressung. Eben dies gilt auch von der Größe des Raumes z unter dem Ventil m. Man kann diesen Raum entweder selbst als einen Windkasten ansehen, und ihn mit dem der anderen Blasekasten in Verbindung setzen; oder man kann das Ventil m in einen besonderen Kasten, oder in eine Röhrenleitung sich öffnen lassen. Das Ventil darf nicht ganz senkrecht hängen, damit es sich durch sein eigenes Gewicht wieder schließen kann. Der Raum n muß also so klein als möglich seyn. Je kleiner die Oberfläche des Wassers in dem inneren Kasten ist, desto geringer wird der Effekt der Maschine seyn, weshalb man den Zwischenraum zwischen dem Wasserbehältniß A und dem Kasten B möglichst zu verengen hat. In dem Augenblick nämlich, wenn der Blasekasten seinen höchsten Stand erreicht hat, wenn also der Raum zwischen dem Wasserspiegel und dem Deckel des Kastens mit Luft von atmosphärischer Dichtigkeit angefüllt ist, stehen die Wasserspiegel unter dem Kasten und in dem Wasserbehälter in gleicher Höhe. Tritt der Kasten seine niedergehende Bewegung an, so wird der Raum unter dem Kasten immer mehr verkleinert, also die Luft immer stärker zusammengedrückt, bis sie die Dichtigkeit der im Raume z befindli-

chen verdichteten Luft erhält, das Ventil m aufstößt und entweicht. Der Druck der Luft ist aber nach allen Seiten gleich stark, folglich muß die bewegliche Wasserfläche nachgeben, und so tief niedergedrückt werden, daß sie mit dem Wasserspiegel in dem äußeren Gefäß eine Säule von der Höhe bildet, die der zusammengedrückten Luft das Gleichgewicht hält. Je geringer daher die Wasserfläche, oder je kleiner die Fläche ist, welche dem Druck nachgiebt, desto mehr Wasser wird erfordert, um den Zwischenraum zwischen A und B auszufüllen, damit die drückende Wassersäule die ihr zustehende Höhe erhält, und desto größer wird der Raum, der mit verdichteter Luft angefüllt bleibt, welche auch dann nicht fortgeschafft werden könnte, wenn der Hub der Maschine so vollkommen wäre, daß der Deckel des Kastens beim Niedergehen das Ventil i unmittelbar berührte. Die ältesten Gebläsevorrichtungen dieser Art besaßen die gerügte Mangelhaftigkeit in einem hohen Grade; bei den neuesten Verbesserungen (Journ. des mines. No. 169. 51) hat Hr. Baader auf die möglichste Verminderung des schädlichen Raumes dadurch Rücksicht genommen, daß er die Oberfläche des Wasserspiegels unter dem Gebläsekasten möglichst vergrößert und den Zwischenraum zwischen A und B verkleinert hat. Die Gestalt der Kasten ist gleichgültig. Hr. Baader schlug zuerst hölzerne Cylinder vor. Später hat er den aus eisernen Platten zusammengesetzten Kasten den Vorzug gegeben. Das Verdampfen des Wassers macht es nothwendig, regelmäßig täglich nachzusehen, daß es den gehörigen Stand behält, weil sonst der schädliche Raum bedeutend vergrößert werden würde.

Von dem Tonnengebläse.

Dieses, in den Zeichnungen Fig. 411 bis 414. dargestellte Gebläse besteht aus zwei gewöhnlichen Tonnen a, welche mit eisernen Bändern umgeben sind, und 5½ Fuß im Durchmes-

ser und 4 Fuß Höhe oder Länge haben (Archiv f. Bergb. IX. 435). Sie liegen horizontal und bewegen sich um zwei Zapfen, welche sich in der Richtung der verlängerten Axe der Tonnen oder Cylinder befinden. In jeder dieser Tonnen ist ein hölzerner Scheider, welcher von dem unteren Umfange der Tonne noch 14 bis 15 Zoll entfernt ist, sonst aber den inneren Raum der Tonne in zwei gleiche Abtheilungen theilt. Der vordere, nämlich der nach der Düse hin liegende Boden der Tonne, hat zwei Oeffnungen, welche mit Klappenventilen versehen sind, deren Bestimmung es ist, den Wind aus den beiden Abtheilungen ausströmen zu lassen. Der andere, von der Düse abgekehrte Boden, hat ebenfalls zwei Oeffnungen mit Ventilen, zum Einlassen der atmosphärischen Luft. Auf der Oberfläche einer jeden Tonne befindet sich eine fest verspundete Oeffnung, durch welche Wasser in die Tonnen gegossen werden kann. Um das Wasser nach Umständen ablassen zu können, ist unten am Boden einer jeden Tonne noch ein Hahn angebracht. Wenn sich die Maschine im Gange befindet, ist jede Tonne zur Hälfte mit Wasser angefüllt. Die beiden Auslaßventile einer und derselben Tonne sind durch eine Röhre von Kupferblech b mit einander verbunden. Diese Röhre umschließt, oder umgiebt mit ihrer großen, trompetenartigen Mündung die beiden Auslaßventile; die kleinere Oeffnung steht aber vermittelst eines ledernen Schlauches mit der Düse in Verbindung. Damit diese Oeffnung, bei der Drehung der Tonnen um ihre Zapfen, stets in der Richtung der verlängerten Axenlinie der Tonnen bleibt, hat das Rohr, wie die Zeichnung es darstellt, eine knieförmige Biegung erhalten, welche mit dem Bogen, den die Ventile bei der Drehung der Tonne beschreiben, im Verhältniß steht. Die Zeichnung Fig. 411. stellt bei c den ledernen Schlauch vor, welcher an dem einen Ende mit einer Röhre von verzinntem Eisenblech d in Verbindung steht. Diese Röhre führt den Wind in einen kleinen Sammelka-

sten e, aus welchem er dann in die Düse f geleitet wird. Die drehende Bewegung der Tonnen wird durch die eisernen Bläuelstangen g bewerkstelligt. Von diesen Stangen ist die eine mit dem vorderen Boden der einen, und die andere Stange mit dem hinteren Boden der anderen Tonne, vermittelst eines einfachen Zapfens befestigt. Das andere Ende beider Bläuelstangen steht mit der Warze an einem Rade in Verbindung, welches in ein anderes, kleineres, unmittelbar an der Welle des Wasserrades befindliches Stirnrad eingreift, wodurch eine Krummzapfenbewegung hervorgebracht wird. Das Wasserrad liegt in der Mitte zwischen beiden, an seiner Achse befestigten kleinen Stirnrädern. Die Höhe des Krummzapfens steht mit dem Umfange der Tonnen in einem solchen Verhältniß, daß, während eine Achsendrehung des Krummzapfens erfolgt, die Tonne nur eine vor- und rückgehende Bewegung von 120 Graden macht, so daß jede Tonne, bei dem Gange der Maschine, genau um den dritten Theil ihres Umfanges auf ihrem Zapfen hin und her gedreht wird, und der Scheider in derselben (Fig. 414.) bei 30 Graden seine schwächste Neigung gegen den Horizont erreicht. In Folge dieser Drehung wird der lederne Schlauch bald nach der einen, bald nach der anderen Seite gewendet; der übrige Theil der Maschinerie bleibt unverrückt in seiner Lage. Wenn die Tonne in Bewegung gesetzt wird, so behält das darin befindliche Wasser zwar das horizontale Niveau; allein es steigt in der einen Abtheilung in die Höhe, oder vielmehr es nähert sich der Scheider in der einen Abtheilung der Oberfläche des Wassers, während er sich in der anderen davon entfernt. Die in dieser Abtheilung i (Fig. 414.) befindliche Luft, welche zwischen den Wänden der Trommel, des Scheiders und der Oberfläche des Wassers eingeschlossen ist, wird zusammengedrückt und in Folge dieses Druckes ihre Elasticität vergrößert. Sie stößt daher das Auslaßventil auf, tritt in die vorhin erwähnte

Röhre und aus dieser in die Düse. Gleichzeitig entsteht in der anderen Abtheilung k ein verdünnter Raum, so daß die atmosphärische Luft durch die Einlaßventile eindringen kann. Bei der nun folgenden Drehung wird die in den Raum k eingedrungene atmosphärische Luft verdichtet, und aus dem Auslaßventil ausgestoßen, wogegen wieder atmosphärische Luft in den Raum i dringt, u. s. f. Bei jeder Drehung strömt also aus einer von den beiden Abtheilungen einer jeden Tonne, ein Volumen Luft, gleich der Differenz des Inhaltes einer Abtheilung beim Anfange des Oeffnens der Einlaßventile, und des Inhaltes beim Schlusse des Einströmens, wenn nämlich beide Luftvolumina auf einen und denselben Grad der Dichtigkeit zurückgeführt werden. Bei jeder Tonne bläßt eine Abtheilung etwas früher aus, als die andere mit dem Ausblasen aufgehört hat. Weil nämlich die Bläuelstangen in der Art angebracht sind, daß eine Tonne eine Drehung von 15 Graden zurück gelegt hat, wenn die andere sie so eben beginnt; so erhält man einen ziemlich ununterbrochenen und gleichmäßigen Luftstrom. Das Tonnengebläse ist sehr einfach, wenig kostbar in der Anlage und Unterhaltung, und erfordert keine unterrichtete Arbeiter. Das Wasser bewirkt eine vollständige Liederung, ohne merkliche Reibung, und es ist nur eine geringe bewegende Kraft erforderlich, die nöthigenfalls durch Menschenhände herbeigeschafft werden kann. Aber der Nutzeffekt des Gebläses ist, wegen des sehr großen schädlichen Raumes, aus welchem der Wind nicht fortgebracht werden kann, sehr geringe, indem ein Theil der bewegenden Kraft bloß dazu verwendet werden muß, die Luft wechselsweise zusammenzudrücken und wieder auszudehnen, ohne einen nutzbaren Effekt hervorzubringen. Das Gebläse ist daher auch nur in solchen Fällen anwendbar, wo keine bedeutende Pressung des Windes und auch keine große Luftquantitäten erforderlich sind.

Von dem Wassertrommelgebläse.

Nach Grignon (Mémoires. 192) soll das Wassertrommelgebläse in der Mitte des siebenzehnten Jahrhunderts in Italien erfunden worden seyn. Es ist vorgestellt in den Fig. 431 und 432., von denen Fig. 431. ein Durchschnitt nach der Mitte, und Fig. 432. ein Aufriß mit abgenommenen Vorderwänden ist. In einem von allen Seiten dicht verschlossenen hölzernen Kasten A, befinden sich eine, zwei oder mehr zusammengefugte, und in den Fugen gehörig verpichte hölzerne Lutten B, welche unten durch den Deckel des Kastens gehen, und luftdicht mit demselben verbunden sind, oben aber mit beständig zuströmendem Wasser in Verbindung stehen. Indem das Wasser durch diese Lutten, welche es nicht vollständig ausfüllt, in den Kasten hinabfällt und sich im freien Falle in Theile trennt, drückt es die in den Lutten gleichfalls befindliche Luft vor sich her, und drängt sie in dem Kasten zusammen. In den Lutten entsteht dadurch ein, zwar nicht luftleerer, aber doch verdünnter Raum, welcher zuletzt das Hinabfallen des Wassers verhindern müßte, weil er gänzlich mit Wasser ausgefüllt werden würde. Dieser Zeitpunkt würde alsdann eintreten, wenn die Luft zwischen der unteren Mündung der Lutten und dem in dem Kasten sich ansammelnden Wasser, so stark zusammengepreßt worden wäre, daß sie mit der in den Lutten befindlichen Wassersäule das Gleichgewicht hielte. Die zusammengepreßte Luft würde sich nämlich alsdann einen Durchgang durch die Wassersäule in den Lutten verschaffen, und aus der oberen Mündung derselben entweichen. Weil die äußere atmosphärische Luft mit dem in die Lutten strömenden Wasser gleichzeitig immer wieder in die Lutten geleitet wird, um den entstandenen verdünnten Raum auszufüllen; so würde das Hinabfallen des Wassers in die Lutten um so schneller aufhören, je schneller die atmosphärische

Luft durch die Lutten herbeigeführt und je stärker die Luft in dem Kasten dadurch zusammengepreßt wird; vorausgesetzt daß kein Wasserabfluß aus dem Kasten A statt fände. Hätte die verdichtete Luft also keinen Ausgang, und fände kein Abfluß des Wassers aus dem Kasten statt, so würde die verdichtete Luft in der Lutte in die Höhe steigen müssen. Findet aber ein Abfluß des Wassers aus dem Kasten statt, so wird die gepreßte Luft gerade so wirken, wie in den Windkesseln; sie wird nämlich den Abfluß des Wassers mit der ihrer Elasticität zukommenden Kraft beschleunigen und die Größe der Luftpressung wird von dem Druck der Wassersäule, von dem Druck einer Luftsäule, in der Höhe, um welche die Abflußöffnung tiefer liegt als die Zuströmungsöffnung, welche indeß, als ganz unbedeutend, außer Rechnung zu bringen ist, so wie von der Größe der Abflußöffnung abhängig seyn. Die Beschleunigung, mit welcher das Wasser aus der Abflußöffnung getrieben wird, muß um so größer seyn, je mehr sich die Masse des Windes von Augenblick zu Augenblick vermehrt (und nicht, wie bei den Windkesseln, dieselbe bleibt). Bei sehr kleinen Abflußöffnungen wird sich also, um das Aufsteigen der gepreßten Luft in den Lutten zu verhindern, die Geschwindigkeit des ausströmenden Wassers ins Unendliche vermehren müssen; oder weil dies nicht möglich ist, so wird, bei zu kleinen Abflußöffnungen, das Ausströmen des Windes durch die Lutten nothwendig ebenfalls erfolgen müssen. Noch anders wird aber das Verhalten seyn, wenn nicht bloß das Wasser aus dem Kasten einen Abfluß durch eine Ausströmöffnung erhält, sondern wenn auch die in dem Kasten zusammengepreßte Luft, aus einer Oeffnung im Deckel des Kastens entweichen kann. Je weiter die Oeffnung ist, desto weniger Widerstand äußert die Luft, und desto größer muß die Abflußöffnung für das Wasser seyn, wenn es im Kasten immer in gleicher Höhe erhalten werden soll. Bei gleichen Quantitäten Luft, die mit dem Wasser

durch die Lutten einströmen, verhält sich also die Pressung der Luft im Kasten, wie die Differenz der Höhe der inneren und der äußeren Wassersäule, oder wie die Quadratflächen der Ausströmöffnungen für das Wasser. Und bei einerlei Quadratfläche der zum Ausströmen der Luft bestimmten Oeffnung, muß die Geschwindigkeit der ausströmenden Luft um so größer werden, je höher die Wassersäule, oder je kleiner die Ausströmungsöffnung für das Wasser ist. Bei gleich bleibender Höhe der Wassersäule, oder bei gleich bleibender Ausströmungsöffnung für das Wasser, werden Pressung und Geschwindigkeit des Windes durch die Quadratfläche der Düsenöffnung bestimmt. Die Größe der Abflußöffnung für das Wasser, um dasselbe stets in gleicher Höhe in dem Kasten zu erhalten, würde also von der Menge des zuströmenden Wassers aus den Lutten, und von der Pressung, mit welcher die Luft aus der Düse strömen soll, abhängig seyn.

Bei dem einfachen Mechanismus des Wassertrommelgebläses kommt es nur darauf an, eine Quantität Wasser von einer Höhe, durch Lutten, in einen übrigens verschlossenen, aber mit zwei Oeffnungen versehenen Kasten, von denen die eine zum Abfließen des Wassers, die zweite zum Ausströmen der verdichteten Luft bestimmt ist, hinabfallen zu lassen. Außer der Luft, welche durch besondere Vorrichtungen absichtlich durch die Lutten mit hinzugeführt wird, enthält das Wasser noch mechanisch viel Luft, die theilweise durch starkes Schlagen und Schütteln (vollständig nur durch Sieden) ausgetrieben wird. Um auch diese Luft, deren Quantität sehr beträchtlich ist, zu benutzen, und sie nicht mit dem Wasser wieder aus dem Kasten abfließen zu lassen; läßt man das aus den Lutten in den Kasten niederfallende Wasser auf hölzerne oder steinerne Bänke a aufschlagen und zu möglichst feinen Stralen zerplatzen. Diese Bänke dienen jedoch vorzüglich dazu, die bedeutende Fallgeschwindigkeit des Wassers zu brechen und

die daraus entstehende heftige Bewegung des Wasserspiegels im Kasten zu verhindern. Die Oeffnungen b zum Ausströmen des Windes, sind in der Regel oben im Deckel des Kastens angebracht, und mit einer Röhrenleitung luftdicht in Verbindung gesetzt, durch welche der Wind in die Düse geführt wird. Die Kasten, oder die so genannten Trommeln, können viereckig, cylindrisch, konisch seyn, oder jede andere Gestalt haben. Man macht sie aus Holz. Die Fugen müssen aber luftdicht gemacht seyn. Häufig setzt man 2, 3 und mehr Kasten nach der in der Zeichnung Fig. 431. angegebenen Art mit einander in Verbindung, indem man den Windstrom aus allen einzelnen Kasten, in einer einzigen Hauptwindleitungsröhre x vereinigt. Der Boden der Kasten würde sehr gut zusammengefugt werden müssen, wenn das Wasser nur aus einer einzigen Oeffnung von bestimmter Größe abfließen soll. Weil es aber bei einer, (durch Einlegung anderer Düsen, oder durch zufällig vermehrte oder verminderte Wasserzuflüsse,) veränderten Pressung des Windes, auch jedesmal einer veränderten Abflußöffnung für das Wasser bedürfen würde, um dasselbe nicht zu hoch in dem Kasten ansteigen, oder zu tief abfallen zu lassen, und weil die Bestimmung der Größe dieser Abflußöffnung sehr schwierig ist; so wendet man ein sehr einfaches Mittel an, den durch unzweckmäßige Größe der Abflußöffnungen entstehenden Nachtheilen zu entgehen und die Kasten ungleich einfacher und dauerhafter einzurichten. Man giebt ihnen nämlich gar keinen Boden, sondern stellt sie mit dem ganz offenen Boden in ein mit Wasser angefülltes Reservoir z, so, daß eine Verbindung des Wassers in den Kasten oder Trommeln, mit dem Wasser im Reservoir dadurch statt findet, daß man die Kasten nicht unmittelbar auf den Boden des Reservoirs, sondern auf Unterlagen stellt, wodurch sie hohl zu stehen kommen. Das Wasser im Kasten hat mit dem im Reservoir eine gleiche Höhe, indem Kasten und Re-

servoir communicirende Röhren bilden. Strömt aber Wasser in den Kasten, so muß auch die Höhe des Wasserstandes im Reservoir größer werden; und wenn dem letzteren nur eine gewisse Höhe zugetheilt wird, so wird das Wasser, welches sich über diese Höhe erhebt, über den Wänden des Reservoirs abfließen, und es wird im Kasten ein mit Luft erfüllter Raum zwischen dem Wasserspiegel und dem Deckel des Kastens vorhanden seyn müssen. Fände auf der Wasserfläche in dem Kasten, und auf der im Reservoir, ein gleich starker Luftdruck statt, so würden der Wasserstand im Kasten und im Reservoir eine gleiche Höhe haben. Auf der Wasserfläche im Kasten drückt aber verdichtete Luft und auf der im Reservoir nur die Atmosphäre. Der Wasserspiegel im Kasten wird daher in demselben Verhältniß tiefer stehen als der im Reservoir, in welchem die Verdichtung der Luft im Kasten zunimmt. Die Menge des über die Wände des Reservoirs abfließenden Wassers wird also, bei gleich bleibenden Quantitäten des durch die Lutten in die Kasten strömenden Wassers, und bei veränderter Pressung des Windes (durch Vergrößerung oder Verkleinerung der Düsenöffnung) beständig dieselbe bleiben müssen, und es wird sich nur die Höhe des Wasserstandes im Kasten nach der jedesmaligen Luftpressung abändern. Aber auch bei veränderten Wasserzuflüssen durch die Lutten, wird alles in den Kasten strömende Wasser, in derselben Zeit wieder aus dem Reservoir abgeführt werden, und es wird sich nur die Höhe des Wasserspiegels im Kasten, nach der jedesmaligen Pressung der Luft verändern. Die Menge des zuströmenden und abfließenden Wassers kommt folglich gar nicht in Betracht, sondern es ist bloß die Höhe der Wassersäule, nämlich die Differenz der Höhen des inneren und des äußeren Wasserspiegels, wodurch die Quantität und die Pressung des aus der Düse strömenden Windes bestimmt werden. Diese Einrichtung der Wassertrommelgebläse ist die vollkommenste und zugleich die

einfachste. Große Reservoirs, welche zur Aufnahme von 4, 6 und mehr Kasten dienen, muß man nicht aus hölzernen Bohlen zusammensetzen, sondern massiv machen und die oberen Ränder zum Abfließen des Wassers mit Blech belegen. Die Bänke a, auf welche der Wasserstral aus der Lutte fällt, müssen höher stehen als das Niveau des Wassers im Reservoir. Man giebt ihnen gerne eine ganz flache, kegelförmige Gestalt, so daß die Spitze des flachen Kegels gerade in der Axenlinie der Lutten steht, um die Zertheilung des Wasserstrals zu befördern. Haben die steinernen Bänke einen großen Umfang, oder sind sie sehr schwer, so ruhen sie auf hölzernen Säulen. — Zuweilen stellt man die Trommeln oder Kasten unmittelbar in den Wassergraben (Untergraben) welcher zum Abfließen des gebrauchten Wassers bestimmt ist. Man bildet in dem Graben einen natürlichen Sumpf, welcher die hohl gestellten Trommeln, bei einer bestimmten Tiefe, aufnimmt.

Bei allen Arten von Wassertrommeln ist der Mechanismus immer derselbe. Man kann indeß, der Hauptsache nach, vier verschiedene Methoden unterscheiden, um mit dem Wasser zugleich auch Luft in die Lutten zu leiten.

Die erste Methode besteht darin, daß man der Lutte oben eine kegelförmige Erweiterung e giebt; (Fig. 437 und 439.), welche etwa so groß ist, als der Umfang, den ein 10 bis 30 Fuß hoch in freier Luft hinabfallender Wasserstral hat, welcher von diesem Kegel aufgefangen werden soll. Der Kegel muß nicht allein breit, sondern auch hoch genug seyn, um kein Wasser zu verschütten oder übergießen zu lassen. Mit dem Kegel c steht die Lutte b, welche in die Trommel oder in den Kasten führt, unmittelbar in Verbindung. Um den Ausfluß aus dem Trichter zu beschleunigen, giebt man der Wasserlutte die in Fig. 439. angegebene Gestalt. Die Verengung bei a ist nothwendig, um die Lutte durch das niederströmende Wasser zu schließen und der Luft von unten den Ausgang zu

versperren. Man macht die Trichter zuweilen aus Eisenblech, und theilt das Gefälle so ein, daß man der Lutte mit dem Trichter die halbe, und dem frei hinab fallenden Wasserstral die andere halbe Fallhöhe giebt. Bei dieser Art von Wassertrommeln muß der aus der Höhe herabstürzende Wasserstral die Luft mechanisch mit sich fortführen und sie durch den Trichter in die Lutte, und so in den Kasten treiben. Diese Art von Wassertrommeln erfordert ein sehr hohes Gefälle, weil das Wasser bei einer geringen Fallhöhe nicht Luft genug mit sich fortreißt.

Wo ein hohes Gefälle nicht zu erhalten ist, wird eine andere Methode die Luft aufzufangen angewendet. Man versieht nämlich das Gefluder mit einem sehr weiten Trichter c, Fig. 438., dessen Umfang größer ist, als nothwendig wäre, um die hinzuströmende Wassermasse aufzufangen, wodurch man der Luft Gelegenheit giebt, mit in die Lutte einzuströmen. Weil das schwerere Wasser die Luft beim Hinabfallen immer vor sich her treibt, und weil die Verengung bei a das Zurücktreten der Luft erschwert; so wird durch diese Vorrichtung eine Menge Luft in den Kasten geführt. — Diese beiden Methoden sind indeß unvollkommen, weil die Menge der in die Lutten strömenden Luft sehr von Zufall abhängt.

Eine dritte Einrichtung der Lutten besteht darin, daß dieselben mit dem Wassergefluder unmittelbar verbunden sind, und daß die Einflußöffnung immer vollkommen mit Wasser bedeckt ist, daß aber in einer geringen Entfernung unterhalb des Wassereinflusses, Oeffnungen o, Fig. 433., zum Einströmen der äußeren Luft angebracht sind. Erfahrungen sollen ergeben haben, daß der Effekt, bei gleichen Wasserzuflüssen und Fallhöhen, größer ist, wenn die Einflußöffnung für das Wasser trichterförmig konstruirt wird, und in die prismatische oder cylindrische, mit Löchern versehene Lutte, in der Art hineinreicht, wie in der Zeichnung Fig. 434. dargestellt ist. Wahrscheinlich bewirken die anfängliche Zusammenziehung und die

darauf folgende Ausbreitung des Wasserstrals, eine stärkere Zuströmung so wie auch eine vollkommnere Niederpressung der eingeströmten Luft. Eben so will man auch beobachtet haben, daß ein größerer Effekt bewirkt wird, wenn man den Trichter bei der Einflußöffnung des Wassers in die Lutte, mit einem Siebe versieht und das Wasser in viele Stralen theilt; wahrscheinlich weil die Luft dann besser einströmen kann und mehr Gelegenheit findet, vom Wasser fortgerissen zu werden. Die Löcher o in der Lutte dienen aber nur bis zu einer gewissen Höhe zum Einströmen der Luft. Tiefer gegen den Kasten bemerkt man kein Einströmen der atmosphärischen Luft in die Lutte, und noch tiefer, in der Gegend des Kastens, strömt die Luft sogar aus den Oeffnungen aus, die man in der Lutte anbringen würde. Deshalb müssen die Oeffnungen zum Einströmen der Luft in der oberen Höhe der Lutten angebracht seyn.

Eine vierte Methode der Luftzuführung besteht darin, daß die mit einem kegelförmigen Ansatz versehene Lutte auf die gewöhnliche Art mit dem Gefluder verbunden ist, d. h. daß die Oeffnung, durch welche das Wasser einströmt, unter dem Druckwasser liegt, daß aber eine oder zwei konisch oder pyramidal gestaltete Luftröhren (trompilles) t, Fig. 435. in den Trichter der Wasserlutte gestellt werden. Die obere Mündung dieser Luftröhre ragt über dem Wasserspiegel hervor und sie selbst reicht in die Lutte bis zur kegelförmigen Verengung derselben hinein. Diese Luftröhren dienen als Luftzuführungskanäle, um die durch den niedergehenden Wasserstral mit fortgerissene Luft, in der Lutte zu ersetzen. — Endlich verbindet man auch beide Methoden der Luftzuführung durch Röhren und Oeffnungen, wie in der Zeichnung Fig. 436. angedeutet ist.

Wenn die Windleitungen aus den Trommeln zu den Düsen nicht lang sind, so kommt die Luft sehr naß in die Form, weil die Luft mechanisch noch viel Wasser mit fortreißt. Um dies zu verhindern, läßt man den Wind erst durch einen et-

was erweiterten Raum gehen, in welchem sich das Wasser absetzt und in die Trommel zurück fließt. Nach Lewis soll der Effekt der Trommelgebläse am größten seyn, wenn unmittelbar mit der Wasserarche, oder mit dem Gefluder, ein cylindrisches Ansatzrohr verbunden ist, welches das Wasser in jede einzelne Lutte führt, wobei die Menge des durch das Rohr abfließenden Wassers durch einen Schieber, oder durch einen Stellkeil muß bestimmt werden können. Es sollen daher an der Arche eben so viele Ansatzröhren angebracht seyn, als die Anzahl der Lutten beträgt. Diese Ansatzröhren müssen unten nicht offen, nämlich nicht ganz ohne Boden, sondern mit einer siebartigen Büchse versehen seyn, welche nicht bloß auf der Grundfläche, sondern auch an den Seitenwänden, dreieckige Oeffnungen erhält, so daß der Wasserstral nicht in einem Strom, sondern ganz zertheilt in die Lutte gelangt. — Aus den bisher bekannt gewordenen Angaben über die Wassertrommelgebläse scheint hervorzugehen, daß sie viel mehr Wasser gebrauchen, als die mit einem Wasserrade betriebenen ledernen, hölzernen und eisernen Gebläse, die einen gleichen Effekt leisten. Indeß empfehlen sich diese Gebläse in Gegenden, wo hohe Gefälle vorhanden sind, in allen Fällen wo man kein kräftig wirkendes Gebläse nöthig hat, weil sie in der Anlage und in der Unterhaltung sehr wohlfeil sind.

So einfach die Einrichtung der Wassertrommelgebläse ist, so schwierig ist die Berechnung des Effektes. Von der Fallhöhe, von der Weite der Lutten, von der Beschaffenheit des Wassers, welches mehr oder weniger Luft mechanisch mit sich fortreißt, hängt die Windmenge, welche die Wassertrommeln liefern, unmittelbar ab. Je höher die Lutte ist, desto größer wird die Geschwindigkeit des niederströmenden Wassers, desto stärker der Luftstrom den es in der Lutte bewirkt; desto mehr Luft muß also auch hinzutreten können, um den verdünnten Raum immer wieder auszufüllen. Je vollkommner ferner die

Luftzuführungsvorrichtungen sind, und je mehr die Weite der Lutten der Wassermasse angemessen eingerichtet ist, desto größer muß der Effekt seyn. Die Lutten dürfen nämlich keine zu große Weite haben, weil dadurch der Luftstrom zu geringe wird; wären sie zu eng, so würde der Wasserstral zu wenig zertheilt werden. Die Weite der Lutten muß also mit der Wassermasse, welche durch die obere Oeffnung einströmen kann, ohne dieselben unbedeckt zu lassen, im Verhältniß stehen. Wie sehr die in dem Kasten zusammengedrückte Luft, dem niedergehenden Luftstrom in den Lutten hinderlich ist, geht daraus hervor, daß die Einströmung der atmosphärischen Luft in die Lutten, nur oben statt findet, unten aber ganz aufhört. Die Pressung, also auch die Geschwindigkeit der ausströmenden Luft, ist ganz allein von der Größe der Düsenöffnung (bei gleich bleibenden Wasserzuflüssen) abhängig, weil die äußere und die innere Wassersäule einander stets das Gleichgewicht halten, die innere also z. B. in demselben Augenblick höher steigen, oder durch die äußere Säule mehr in die Höhe gedrückt werden würde, in welchem der Kasten zufällig einen geringeren Ersatz von Wind aus den Lutten erhält. Das Wassertrommelgebläse wird daher einen ununterbrochenen Windstrom von fast ganz gleicher Geschwindigkeit und Pressung liefern, so lange die Wasserzuflüsse dieselben sind.

Von dem Kettengebläse.

Wenn die in den Trommeln der Wassertrommelgebläse angesammelte Luft, schon einen gewissen Grad von Pressung erhalten hat, bleiben die, zwischen den Wassertheilen in den Lutten befindlichen Lufttheile, von oben bis unten in der Lutte, noch mit einander in Verbindung. Zwar findet durch die Pressung von unten, eine relative Bewegung der Luft, zwischen den Wassertheilen hindurch, nach oben statt; aber diese Bewegung wird, wegen der Adhäsion, durch die Fallgeschwin-

digkeit des Wassers überwältigt. Die Lufttheile werden dadurch mit nach unten fortgerissen, und zwar so, daß die niedergehende Bewegung des Wassers immer mit einer größeren Geschwindigkeit, als die der Luft statt finden wird. Je größer die Räume zwischen den hinabfallenden Wassertheilen sind, desto leichter und geschwinder wird die relative Bewegung der Luft zwischen den Wassertheilen hinauf statt finden, desto geringer ist folglich die mögliche Pressung der untersten Luft. Geringere Zwischenräume zwischen den vermehrten Wassertheilen, verursachen mehr Adhäsion, können also auch einer größeren Luftpressung von unten widerstehen. Es kann daher das mit Luft gemengte Wasser keinen so großen mechanischen Effekt geben, als wenn dieselben Quantitäten Wasser und Luft in abgetheilten Schichten, dergestalt in die Lutten hinabfallen könnten, daß die Luftschichten in gleicher Geschwindigkeit mit den Wasserschichten niedergetrieben werden. In dem Wassertrommelgebläse sind aber die Geschwindigkeiten der Luft- und der Wassermassen beständig verschieden, und die des Wassers ist immer die größere. Dies Verhalten des in senkrechten Lutten frei niederfallenden Wasserstrals, hat Hrn. Henschel wohl Veranlassung gegeben, das gewöhnliche Wassertrommelgebläse dadurch zu verbessern, daß, statt der hölzernen Lutten, eine luftdichte, gegossene eiserne Röhre, nach der Gestalt der Kettenlinie gebogen, angewendet wird, durch welche eine frei hängende und mit Scheiben versehene Kette, dergestalt hindurch geführt ist, daß der Abstand, oder die Entfernung zwischen je zwei Scheiben, mit den Seitenflächen der Röhre Zwischenräume bildet, welche theils mit Wasser, theils mit Luft angefüllt werden. Das auf die Scheiben strömende Wasser dient nicht bloß zur Liederung und um die Luftschichten in den Kasten zu führen, mit dessen Deckel die Röhre in Verbindung steht; sondern auch zugleich dazu, die Kette in Bewegung zu setzen. Man nennt das Gebläse, dessen Effekt

bedeutend größer ist, als der der gewöhnlichen Wassertrommeln, das Kettengebläse, oder, nach ihrem Erfinder, das Henschel'sche Gebläse. Die Zeichnung Fig. 426. stellt dasselbe im Allgemeinen im Längendurchschnitt dar.

Ueber einem eisernen Leitrade a ist die Kette mit ihren Scheiben oder Kolben aufgehängt. Sie bildet eine Kette ohne Ende, welche auf der einen Seite des Leitrades durch die nach der Kettenlinie gekrümmte eiserne Wasserfallröhre b geführt ist, auf der anderen Seite des Leitrades aber, auf welcher sie die aufsteigende Bewegung macht, frei herabhängt. Der Kasten c, durch dessen Deckel die Wasserfallröhre luftdicht hindurch geführt ist, und in welchem die durch die Scheibenabstände gebildeten Zellen ihre Luftschicht absetzen, ist von gegossenem Eisen. Er hat die in der Zeichnung angegebene Einrichtung und steht dergestalt in einem Wasserbassin, daß die Scheiben (Kolben) der Kette, indem sie ihre aufsteigende Bewegung antreten, alle Luft in dem Kasten zurück lassen. Aus diesem Kasten wird die Luft, durch die mit dem Deckel desselben luftdicht verbundene Röhre d, zu der Düse geleitet. Die Scheiben an der Kette dienen also auch dazu, die im Wasserfallrohr b über einander geschichteten Luft- und Wassersäulen von einander zu trennen, damit sich die Luft, bei der geringeren Geschwindigkeit als der des freien Falles, nicht mit dem Wasser vermischen und nach oben entweichen kann. Könnte man abgetheilte Wasserschichten, mit den Luftschichten abwechselnd, für sich geschlossen, in der Fallröhre hinabgehen lassen, so würde es keiner Kette, folglich keines Gewichtes bedürfen und es würden keine Abnutzungen und Reibungen entstehen, um die Luftschichten in den Sammelkasten c treten zu lassen.

Die Scheiben werden aus zweitheiligen Klappen gebildet, welche, bei der niedergehenden Bewegung in der Wassereinfallröhre, auf geschmiedeten Stegen ruhen und als Liederungskol-

ben für das niederströmende Wasser dienen. Bei der aufsteigenden Bewegung der Kette schlagen sich die Klappen von selbst, nämlich durch ihr eigenes Gewicht, von den Stegen zurück und hängen an den Charnieren frei herab. Diese Einrichtung ist deshalb nöthig, damit die Kolben, oder Scheiben, beim Eintauchen in das Wasser des Sammelkastens c, bei der niedergehenden Bewegung, und bei dem Wiederaufsteigen über dem Wasserspiegel bei der aufsteigenden Bewegung, keinen Widerstand leisten, oder sich wohl gar mit Wasser füllen. So wie die Kolben, bei der aufsteigenden Bewegung, die Höhe des Leitrades erreicht haben, und nun die niedergehende Bewegung wieder beginnen, schlagen sich die Klappen durch ihr eigenes Gewicht wieder zusammen, und bilden so die Kolben- oder Scheibenfläche, welche in die Wasserfallröhre tritt, um die Zellenräume zur Aufnahme der Luft- und Wasserschichten abzutheilen. Die Zeichnung Fig. 427. ist die obere Ansicht eines Kolbens oder einer Scheibe, in welcher jedoch nur eine Klappe z angegeben ist, wie sie auf dem Stege ruht. Fig. 428. ist die untere Ansicht des Steges. Fig. 429. ist der Durchschnitt nach AB der oberen Ansicht, woraus die Verbindung des Kolbens (oder des Steges mit seinen Klappen) mit der Kette zu ersehenist. Fig. 430. ist der Durchschnitt nach CD der unteren Ansicht des Steges, ebenfalls in Verbindung mit der Kette und mit den zurück geschlagenen Klappen z, welche, um sich besser an den Kettencylindern anzuschließen, mit den bauchigen Vertiefungen x versehen sind. Die Klappen sind aus dünne ausgetriebenem Eisenblech angefertigt.

Wenn die Kette in Bewegung gesetzt werden soll, wird das Aufschlagewasser in die Oeffnung e der Wasserfallröhre geleitet, durch welche die Kette mit ihren Kolben durchgeführt ist. Die nächste unter der Wasserzuflußöffnung befindliche Scheibe nimmt das Wasser auf, wird durch dasselbe in der Röhre niedergedrückt und setzt auf diese Weise das Leitrad a

in Bewegung, welches, wegen der gleichzeitigen Bewegung der ganzen Kette, eine neue Scheibe an die Stelle der niedergedrückten unter die Wasserzuflußöffnung bringt, die ebenfalls mit Wasser bedeckt, dadurch niedergedrückt, durch die nächst folgende ersetzt wird, u. s. f. Es gehen auf diese Weise Zellenräume aus der Wasserfallröhre in den Sammelkasten nieder, die unten mit Wasser und oben mit Luft angefüllt sind. Das Wasser ergießt sich in dem Sammelkasten und wird durch die den Untergraben bildende Wasserleitung abgeführt. Die Luft wird aber durch den Wasserspiegel in dem Sammelkasten zurück gehalten und verdichtet. Die Größe der Verdichtung ergiebt sich aus der Höhe der Wassersäule, nämlich aus der Differenz der Höhen der Wasserspiegel im Sammelkasten und in dem mit demselben communicirenden Bassin, welches hier der Untergraben oder der Wasserabflußgraben selbst ist. Die Verdichtung wird um so größer seyn müssen, je mehr Zellen sich in einer bestimmten Zeit ausleeren, und je geringer zugleich die Oeffnung der Düse ist, aus welcher der Wind ausströmt. In der Zeichnung ist f g die Hüttensohle und h i der Wasserspiegel des Untergrabens, folglich e h die senkrechte Höhe des Gefälles.

Dies Gebläse, welches in der Anlage nicht sehr kostbar und in der Unterhaltung ziemlich wohlfeil ist, hat man mit günstigem Erfolge auf Eisenhütten, die sich der Holzkohlen zu ihrem Betriebe bedienen, angewendet. Weil mit der Vorrichtung sehr wenig Reibung (auf den Zapfen des Leitrades) verbunden ist, so läßt sich erwarten, daß der Nutzeffekt mit dem Krafteffekt in einem günstigen Verhältniß steht. So einfach die Maschine auch ist, so schwierig wird es doch, diejenigen Dimensionen, welche bei einem gegebenen Gefälle und bei einer bekannten Menge von Aufschlagewasser, den größten Effekt leisten, durch Rechnung zu bestimmen. Die Weite der Wasserfallröhre b, nämlich der Durchmesser der Scheiben, dürfte

vielleicht mit der Wassermenge in einem graden, und mit der Größe des Gefälles in einem umgekehrten Verhältniß stehen. Die Anzahl der Scheiben, oder vielmehr die Entfernung der Kolbenflächen von einander, kann ebenfalls nicht gleichgültig seyn; indeß sind diese Bestimmungen bis jetzt nur auf dem Wege der Erfahrung gemacht worden.

Von den Gebläsen überhaupt, und von den Mitteln, ein gleichmäßiges Ausströmen des Windes aus den Düsen hervorzubringen.

Die eisernen Cylindergebläse sind allen anderen Gebläsevorrichtungen vorzuziehen, wenn es darauf ankommt, vielen und stark gepreßten Wind zu erzeugen. Sie leisten aber auch dann die besten Dienste, wenn mehrere Oefen und Heerde mit Wind aus einem gemeinschaftlichen Gebläse versehen werden können, welches bei allen anderen Gebläsen in dem Grade nicht ausführbar seyn würde. Die Größe der Cylinder, nämlich Durchmesser und Hubhöhe, richten sich nach dem Windbedarf und nach den wirkenden Kräften. Man hat Cylindergebläse, deren Cylinder nur 15 Zoll, und andere, deren Cylinder 144 Zoll im Durchmesser weit sind, bei abweichenden Hubhöhen von 30—120 Zoll. — Die schlechtesten Gebläse sind die hölzernen Balgengebläse. Gute lederne Balgen werden gut konstruirten hölzernen Kastengebläsen zur Seite gestellt werden können, obgleich sie weniger als diese anwendbar sind, wenn große Windmengen geliefert werden sollen. Das Kettengebläse steht den besten Kastengebläsen im Effekt nicht nach. Das Wassertrommelgebläse ist eine sehr unvollkommne Vorrichtung, zu deren Wahl nur örtliche Verhältnisse Veranlassung geben können.

Mit Ausnahme des Wassertrommel- und des Kettengebläses, werden alle Gebläse, welche aus nicht mehr als aus zwei Gefäßen, — sie mögen Balgen, Kasten oder Cylinder seyn, —

bestehen, ein ungleichmäßiges Ausströmen des Windes aus der Düse (einen absetzenden Windstrom) hervorbringen. Nur bei wenigstens 3 Gefäßen wird sich ein wenig absetzender Windstrom bewirken lassen, indem sich dann immer ein Kolben in der mittleren Hubhöhe befindet. Bei solchen Gebläsen ist nichts weiter nöthig, als den Wind in einer gemeinschaftlichen Leitungsröhre zu sammeln und ihn durch diese unmittelbar der Düse zuzuführen. Ein ganz gleichmäßiges Ausströmen des Windes wird indeß auch bei drei Gefäßen nicht statt finden können, weil das Gebläse nicht in jedem Zeitmoment gleiche Luftquantitäten liefern kann. Es ist einleuchtend, daß die Ausströmung bei zwei Gefäßen noch ungleichmäßiger seyn muß, und daß bei einem einzigen Gefäß Zeitmomente eintreten, in welchen gar kein Ausströmen erfolgen kann. Es kommen aber nicht selten Fälle vor, daß man mit zwei, wohl sogar mit einem einzigen Gefäß, ein ununterbrochenes und gleichmäßiges Ausströmen des Windes bewirken soll. Die Vorrichtungen, welche man zur Bewirkung eines möglichst gleichmäßigen Ausströmens des Windes aus den Düsen, anwendet, werden Windregulatoren genannt. Bei einem einzigen Blasecylinder sind sie durchaus unentbehrlich; aber man bedient sich derselben auch bei Gebläsen die aus zwei und mehr Gefäßen bestehen, um den Wind mit möglichst gleich bleibender Geschwindigkeit ausströmen zu lassen. Um einen solchen Erfolg herbeizuführen, kommt es nur darauf an, die aus den Gefäßen ausgepreßte Luft in einen Raum zu leiten, aus welchem sie, mit möglichst gleich bleibender Geschwindigkeit für alle Zeitmomente, in die Düsen geführt wird. Es giebt dazu zwei Mittel. Das eine besteht darin, daß man die Luft in einen sehr großen und weiten Raum leitet, der zuerst mit verdichteter Luft angefüllt, und aus welchem die Luft dann zur Düse geführt wird. Ist dieser Raum, im Verhältniß zu dem räumlichen Inhalt der Blasecylinder und zu der Quantität Luft,

welche ununterbrochen ausströmen soll, sehr groß, so wird die Verminderung der Luftmenge in diesem Raume um so weniger bedeutend seyn, als er von Zeit zu Zeit aus dem Blasecylinder immer wieder einen neuen Luftzuschuß erhält. Lange Windleitungsröhren, Windkasten oder Luftsammelkasten wirken daher schon als Regulatoren, weil die in einem größeren Raum verbreitete verdichtete Luft beim Austreten aus der Düse, durch die aus dem Gebläse nachfolgenden Strömungen, ziemlich gleichmäßig ersetzt wird. Die Ausströmung muß daher um so gleichmäßiger seyn, je größer die Räume sind, in welche der Wind aus dem Gebläse geleitet wird, ehe er bis zur Düse gelangt. Die absichtlich angelegten großen Räume, welche auf die angeführte Art zur Regulirung des Windstroms dienen sollen, nennt man Windbehälter, oder Windregulatoren mit unveränderlichem Inhalt.

Diese Windbehälter müssen, wenn sie ihren Zweck erfüllen sollen, einen ungleich größeren räumlichen Inhalt haben, als die Blasecylinder. Die Unbequemlichkeit, sich so große luftdichte Räume zu verschaffen und die Kosten, welche mit der Anlage solcher Räume verbunden sind, haben bisher Veranlassung gegeben, sich dieser Art von Regulatoren sehr wenig zu bedienen. Zu Devon befand sich ein solcher Windregulator, welcher in einem Sandsteinfelsen gehauen und dessen Wände, durch Verpichen und Auskleben mit Hanf und Papier, luftdicht gemacht worden waren. Er war 72 Fuß lang, 14 breit und 13 hoch, hatte also etwa einen räumlichen Inhalt von 13,000 Kubikfuß. In neueren Zeiten hat man jedoch angefangen, von den Windregulatoren mit unveränderlichem Inhalt häufiger Gebrauch zu machen, indem man gefunden hat, daß man sie sehr bequem aus geschmiedeten Eisenblechen, die luftdicht an einander geniethet und zu einem ganz geschlossenen Gefäß vereinigt werden, anfertigen kann. Diese Regulatoren sind vielleicht wohlfeiler als die sogleich zu erwähnenden

Regulatoren von veränderlichem Inhalt, und gestatten für jede Localität eine bequemere Anwendung. Es scheint schon völlig genügend zu seyn, wenn der räumliche Inhalt eines solchen Regulators, den der Gebläsecylinder um das 40 – 50fache übertrifft. Man giebt diesen Regulatoren die Gestalt eines Ballons, oder jede andere beliebige Form und theilt ihnen einen räumlichen Inhalt von 4 — 8000 Kubikfuß zu. Sie stehen auf der einen Seite mit der Windleitungsröhre des Gebläses, und auf der andern Seite mit den zu den Düsen führenden Windleitungsröhren in Verbindung. Auch versieht man sie mit einem Ventil, welches mit einem bestimmten Gewicht beschwert ist, und welches sich öffnen kann, damit bei einer zufälligen plötzlichen Schließung der Düsen, der Wind einen Ausweg findet. Man stellt diese Ballons oder Recipienten häufig ohne Bedachung auf den Hüttenplätzen in der Nähe der Gebäude auf.

Das andere Mittel zur Bewirkung eines gleichmäßigen Luftstroms besteht darin, daß man den Wind aus dem Blasecylinder in einen Raum leitet, worin er mit einem seiner Pressung angemessenen Gewicht beschwert, und dadurch einem immer gleich starken Druck ausgesetzt wird. In Zeitperioden, wo das Gebläse weniger Wind liefert, wird die Luft im Raume des Regulators durch das drückende Gewicht ausgepreßt. Erhält der Regulator so große Windzuschüsse aus dem Gebläse, daß die Luft, bei dem vorhandenen Druck im Regulator, nicht Raum findet, so hebt sie das drückende Gewicht und dehnt sich auf solche Art in einem größeren Raum aus, welcher bei geringeren Windzuschüssen aus dem Gebläse, durch das drückende Gewicht wieder verkleinert wird. Der Erfolg ist also ganz mit demjenigen übereinstimmend, der schon oben bei dem ledernen Doppelbalgengebläse beleuchtet worden ist. Regulatoren, in denen man dem Winde durch Gewichte eine gleichmäßige Pressung giebt, werden Trockenregulatoren, und dieje-

nigen, bei denen die Pressung durch eine Wassersäule bewirkt wird, Wasserregulatoren genannt.

Ein Trockenregulator (trockner Regulator) besteht aus einem, nur mit einem Boden, aber nicht mit einem Deckel versehenen eisernen Cylinder, in welchem sich ein schwerer Kolben frei und ungehindert auf und nieder bewegen kann. Der Cylinder muß, eben so wie die Gebläsecylinder, vollkommen concentrisch ausgebohrt und der Kolben sehr genau abgedreht seyn. Die Liederung des Kolbens bei den trocknen Regulatoren ist von derjenigen bei den Gebläsekolben nicht abweichend. Der Kolben muß mit einem Sicherheitsventil versehen seyn. Die Luft aus dem Gebläse empfängt der Regulator durch eine Oeffnung im Boden des Cylinders. Der Rand der Oeffnung ist mit Schraubenlöchern versehen, um den Kranz der Windleitungsröhre vom Gebläse luftdicht befestigen zu können. Eine zweite Oeffnung im Boden des Cylinders steht mit der Röhrenleitung in Verbindung, die den Wind zur Düse führt. Beide Oeffnungen bedürfen keiner Ventile, denn das Auslaßventil des Gebläses verhindert das Zurücktreten der verdichteten Luft, und die mit der Düse in Verbindung stehende Röhrenleitung ist als eine Vergrößerung des räumlichen Inhaltes des Regulators anzusehen. Wenn der Wind aber aus einem und demselben Regulator nach verschiedenen Punkten geführt werden soll, so müssen an zweckmäßig gewählten Stellen Windsperrungskasten angebracht werden, um den Wind nöthigenfalls hier und dort ganz absperren zu können. Einer Kolbenstange würde der Kolben gar nicht bedürfen, weil er durch die gegen die untere Fläche drückende Luft gehoben wird, und weil er bei Verminderung des Luftdrucks, durch sein eigenes Gewicht niedersinkt, so daß er in einer stets schwebenden Bewegung bleibt; allein man versieht ihn aus dem Grunde mit einer Kolbenstange, um diese in einer über dem Regulator anzubringenden glatt ausgebohr-

ten Leere sich bewegen zu lassen, damit der Kolben stets in einer vollkommen horizontalen Lage erhalten wird. Die Zeichnung Fig. 404. stellt einen Trockenregulator in der Ansicht von oben dar, und Fig. 405. ist der Durchschnitt desselben nach AB. a sind die mit Kränzen und Schraubenlöchern versehenen Oeffnungen im Boden des Cylinders, welche mit den Windleitungsröhren in Verbindung stehen, die den Wind vom Gebläse in den Regulator, und aus diesem in die Düsen führen. b ist die mit einem Schlitz und durchgesteckten Keil an dem Kolben befestigte Kolbenstange, welche sich in einer über dem Regulator befindlichen Leere auf und nieder bewegt, damit der Kolben stets in horizontaler Lage bleibt. Die Liederung des Kolbens ist die bei den Cylinderblasekolben gewöhnliche. c ist ein im Kolben angebrachtes Sicherheitsventil, welches sich bei einer zu starken Pressung des Windes öffnet, weil dieser sonst den Kolben ganz aus dem Cylinder herauswerfen würde. Das Gewicht des Ventils, bei einem bestimmten Flächeninhalt der Ventilöffnung, wird durch die Pressung des Windes bestimmt. Das Ventil ist ein Kegelventil, aus Gußeisen sorgfältig abgedreht. Der Ventilsitz, welcher der Gestalt des Ventils vollkommen entspricht, ist von Messing. Der Hebel d, an dessen einem Arm das Ventil mittelst einer Stange befestigt ist, würde ganz überflüssig seyn, wenn das Gebläse durch zufällig vermehrte Hübe nicht vielleicht einmal mehr Wind in den Regulator führte, als aus diesem wieder durch die Düse abgeleitet werden kann. Der Kolben würde dann plötzlich steigen und das Ventil würde sich nicht schnell genug weit öffnen können. Der zweite Hebelsarm x stößt in solchen Fällen, wenn der Kolben das Maximum seiner Höhe erreicht hat, um nicht von der gepreßten Luft aus dem Cylinder geworfen zu werden, gegen eine in dieser Höhe angebrachte feste Stange, welche den Hebelarm x niederdrückt und dadurch das Ventil so weit öffnet, daß der Wind entweichen kann.

Indem der Wind aus dem Blasecylinder in den Regulator tritt, dehnt er sich nach allen Seiten mit gleich starker Kraft aus. Er wird daher zum Theil durch die mit dem Regulator in Verbindung stehende Düsenöffnung entweichen, zum Theil aber auch den Kolben des Regulators in die Höhe heben, und zwar mit einer desto größeren Geschwindigkeit, je geringer der Widerstand ist, den der Kolben durch sein Gewicht leistet. Das Gewicht des Kolbens muß folglich mit der Geschwindigkeit, mit welcher der Wind aus der Düse strömen soll, im genauesten Verhältniß stehen. Wäre der Kolben zu leicht, so würde der Wind ihn in die Höhe treiben und bei wiederholten Hüben des Blasekolbens, nothwendig aus dem Regulator werfen, wenn man diesem auch eine Höhe zutheilte, welche man immer wollte. Wäre der Kolben zu schwer, so würde er herabfallen, den Wind mit einer zu großen Geschwindigkeit aus der Düse treiben und man würde dadurch den Zweck der Regulirung des Windstroms gänzlich verfehlen. Besäße der Regulatorkolben zwar das der Pressung des Windes angemessene Gewicht, hätte der Regulator hingegen einen zu geringen räumlichen Inhalt, um während der Zeit des Hubes des Blasekolbens, so viel verdichtete Luft aufzunehmen, als bei der rückgehenden Bewegung des Blasekolbens, und bei den ersten Momenten der drückenden Bewegung desselben, aus dem Regulator ausströmen muß; so würde der Wind den Regulatorkolben herauswerfen, oder er würde, wenn man zur Verhütung des Herauswerfens, eine größere Belastung des Kolbens anwenden wollte, mit einer stärkeren Pressung, also mit einer größeren Geschwindigkeit aus der Düse entweichen und es würde kein Reguliren des Windstroms statt finden können. Der räumliche Inhalt des Regulators muß also mit dem der Blasecylinder in einem gehörigen Verhältniß stehen. Es ist einleuchtend, daß die Regulirung des Windes um so vollkommner geschehen wird, je größer der räumliche Inhalt des Regu-

lators ist; allein ein Regulator, dessen räumlicher Inhalt den der Blasecylinder um die Hälfte übertrifft, wird schon eine recht gute Regulirung des Windstroms gestatten. Man wird indeß, um den nöthigen räumlichen Inhalt zu erhalten, dem Regulator lieber eine größere Weite als eine größere Höhe zutheilen, weil der Regulatorkolben im ersten Fall nur eine geringe auf- und niedergehende Bewegung machen darf, während er im letzten Fall mit einer großen Geschwindigkeit gehoben werden muß, um mit derselben Geschwindigkeit wieder nieder zu sinken. Dadurch würde nicht allein die Liederung sehr viel mehr leiden, sondern es würde auch eine weniger vollkommne Regulirung des Windstroms bewirkt werden, weil zur Hervorbringung der zum Heben des Kolbens erforderlichen Geschwindigkeit, eine größere Kraft, folglich eine etwas stärkere Pressung des Windes erforderlich ist, als derselbe eigentlich erhalten soll, und weil bei einem schnellen Niedersinken des Kolbens, das drückende Gewicht desselben noch durch die Fallkraft vermehrt, folglich der Wind mit einer größeren Pressung und Geschwindigkeit aus den Düsen getrieben wird, als ihm zugetheilt werden soll.

Zufällige Umstände können zuweilen wohl einen etwas schnellern Wechsel des Gebläses herbeiführen, auch kann die Wirkung desselben in anderen Fällen zufällig auf kurze Zeit vermindert werden. Daß man im ersten Fall das Herauswerfen des Regulatorkolbens durch ein Sicherheitsventil verhindern muß, ist schon erwähnt. Im letzten Fall wird aber das für die gewöhnliche Windpressung berechnete Gewicht des Kolbens zu groß und er wird sich auf dem Boden des Regulators niedersetzen. Um durch ein solches plötzliches Niederfallen oder Niedersetzen des Kolbens keine Brüche zu veranlassen, bringt man auf den Boden des Regulators wohl einige hölzerne Unterlagen an, auf welche der Kolben, beim Stillstande des Gebläses, ruhen kann, und auf die er sich nieder-

setzt, wenn er bei einem verminderten Effekt des Gebläses, zum Niedersinken veranlaßt wird. Bei größeren Regulatoren sind diese Vorsichtsmaaßregeln besonders erforderlich, denn ein Regulatorkolben, welcher z. B. 90 Zoll im Durchmesser hat und gegen dessen untere Fläche die verdichtete Luft mit einem Gewicht von 3 Pfunden auf den Quadratzoll drückt, würde ein Gewicht von fast 20,000 Pfunden erhalten, welches bei dem Herauswerfen aus dem Cylinder, oder bei einem plötzlichen Niederfallen auf den Boden, sehr leicht zu Brüchen Anlaß geben kann. — Trockenregulatoren aus eisernen, gut zusammengefugten Platten bestehen zu lassen, ist nicht anzurathen, weil viereckige Kolben in den Ecken nur sehr schwer eine dichte Liederung zulassen.

In einigen Gegenden sind die Trockenregulatoren sehr beliebt; in anderen zieht man die Wasserregulatoren vor. Die Trockenregulatoren sind wohlfeiler in der Anlage; aber darin besteht auch ihr ganzer Vorzug. Ein mehr oder weniger bedeutender Windverlust durch die Liederung und durch das Sicherheitsventil im Kolben, ist bei den Trockenregulatoren gar nicht zu vermeiden.

Ein luftdichtes, von allen Seiten verschlossenes und nur auf der einen, unteren Seite, offenes Behältniß, welches mit dieser offenen Seite dergestalt in ein mit Wasser angefülltes Reservoir eingetaucht ist, daß zwischen der Wasserfläche und dem Deckel des Behältnisses noch ein mit Luft erfüllter Raum übrig bleibt, bildet einen W a s s e r r e g u l a t o r. Das Behältniß nennt man den Windkasten des Regulators, und das Reservoir den Wasserkasten desselben. Die unteren Ränder des Windkastens stehen nicht unmittelbar auf dem Boden des Wasserkastens, sondern auf Unterlagen, so daß der Wasserkasten und der Windkasten als zwei communicirende Gefäße anzusehen sind, in denen das Wasser in gleicher Höhe steht, wenn der innere und der äußere Wasserspiegel einem gleichen

Luftdruck ausgesetzt sind. Setzt man den Windkasten, wie immer, aus eisernen Platten zusammen, so bedarf es der Unterlagen nicht, wenn man längere und kürzere Platten anwendet, und die ersteren die Stelle der Füße vertreten läßt, auf welchen der ganze Windkasten ruht. Auch würde man der Unterlagen entbehren können, wenn der Fuß des Windkastens mit Oeffnungen versehen wird, u. s. f. Die Seitenwände des Windkastens müssen aber jederzeit so tief in den Wasserkasten hinein ragen, daß aus dem Windkasten, bei dem möglichst tiefsten Stande des Wasserspiegels in demselben, keine verdichtete Luft entweichen kann.

Wenn in den Raum des inneren Behältnisses des Regulators, nämlich in den Raum des Windkastens zwischen dem Wasserspiegel und der Decke, durch eine in der Decke befindliche Oeffnung, welche mit einem Gebläse luftdicht in Verbindung steht, mehr Luft geleitet wird, als in demselben Zeitmoment aus einer zweiten in der Decke befindlichen Oeffnung, welche mit den Düsen luftdicht in Verbindung gesetzt worden ist, entweichen kann; so erleidet der innere Wasserspiegel einen stärkeren Luftdruck, als der äußere, zwischen dem Wind- und dem Wasserkasten. Der Wasserspiegel im Windkasten muß daher sinken und der im Wasserkasten wird verhältnißmäßig steigen müssen, um das aus dem Windkasten verdrängte Wasser aufzunehmen. Haben beide Wasserspiegel einen ganz gleichen Flächeninhalt, so wird der innere um eben so viel unter der Linie sinken, die den Wasserstand zur Zeit des Gleichgewichts bezeichnet, als sich der äußere über derselben erheben muß. Stände die verdichtete Luft z. B. mit einer Wassersäule von 6 Fuß im Gleichgewicht, so würde das Wasser im Windkasten um 3 Fuß sinken, und im Wasserkasten um 3 Fuß steigen müssen. Ist der Flächeninhalt beider Wasserspiegel aber ungleich, so werden sich die Höhen der Wassersäulen über und unter der Linie des natürlichen Wasserstandes, um-

gekehrt wie die Quadratflächen der Wasserspiegel verhalten müssen. Das Steigen der Wassersäule im Wasserkasten und das Sinken derselben im Windkasten, sind also von dem Verhältniß des Flächeninhalts beider Wasserspiegel abhängig; aber die Höhe selbst, die der Wassersäule zukommt, wird durch die jedesmalige Pressung des Windes bestimmt. Es treten hier dieselben Betrachtungen ein, die vorhin bei den Trockenregulator angestellt worden sind. Das drückende Gewicht des Kolbens ist hier die Wassersäule, durch deren Höhe die Größe des Druckes bestimmt wird. Bei dem Trockenregulator blieb indeß das drückende Gewicht (der Kolben) immer dasselbe, wogegen es sich bei dem Wasserregulator unaufhörlich in demselben Verhältniß verändert, in welchem die verdichtete Luft selbst, einen veränderlichen Druck ausübt. Deshalb wird auch die Regulirung des Luftstroms durch einen Wasserregulator nicht so vollständig als durch einen Trockenregulator statt finden, vorausgesetzt daß der räumliche Inhalt des Windkastens beim Wasserregulator nicht größer ist, als der des Trockenregulators. Die Wasserregulatoren müssen folglich einen beträchtlich größeren räumlichen Inhalt bekommen, damit sich die Höhe der Wassersäule nicht bedeutend verändern darf, in so fern nicht bloß ein ununterbrochener, sondern auch ein Windstrom von möglichst gleich bleibender Geschwindigkeit und Pressung verlangt wird.

Wenn in den beiden Figuren 406 und 407., der Windkasten des Regulators mit x, die Wasserkasten mit y, die mit dem Gebläse in Verbindung stehende Röhrenleitung mit m und die mit den Düsen communicirende Röhrenleitung mit n bezeichnet wird; so könnte es wohl scheinen, daß es ganz gleichgültig sey, ob die Röhren m und n jede für sich allein in den Windkasten geführt werden; oder ob sie mit einander unmittelbar verbunden und mit dem Luftraum des Windkastens durch eine gemeinschaftliche Röhre o, in Verbindung gesetzt

sind. Es würde nämlich vorauszusetzen seyn, daß die Luft, als eine sehr elastische Flüssigkeit, bei beiden Anordnungen in gleicher Art gedrückt werden würde, und daß es nicht nöthig sey, die Luft erst in den Windkasten hinein zu leiten, sondern daß es schon genüge, sie mit dem Luftraum desselben in eine mittelbare Verbindung zu bringen. Die Erfahrung zeigt indeß, daß die Wirkung des Regulators in dem letzten Fall ungleich unvollkommner ist, indem der Windstrom in grader Richtung von m nach n fortgeht, und daß sich in der Röhre o beständig abwechselnde entgegengesetzte Strömungen befinden. Die volle Wirkung des Regulators wird theils durch das Beharrungsvermögen der in o bewegten Luftmassen, theils durch den von m nach n gerichteten und vor o vorbei schneidenden Luftstrom, vermindert. Dies Hinderniß wächst mit der Größe der Pressungsdifferenz vom Gebläse, so wie mit der Anzahl der Hübe des Blasekolbens. Wenn aber der Windstrom durch den Regulator geführt wird, so bleibt die Luftbewegung in allen Röhren in einerlei Richtung und es entstehen keine widerstreitende Beharrungsmomente in den Luftmassen.

Der Wasserregulator ist in der Anlage kostbarer als der Trockenregulator. Er hat vor diesem aber den Vorzug, daß seine Unterhaltung gar nichts kostet und daß, wenn er sonst gut und luftdicht gemacht ist, gar kein Wind verloren geht. Den Wasserkasten kann man in eine vollkommen wasserdichte Mauerung setzen, oder man kann ihn aus guten Bohlen wasserdicht zusammenfugen, oder man setzt ihn, eben so wie den Windkasten, aus eisernen Platten zusammen. Die Zusammenfügung der Platten für den Windkasten muß mit sehr großer Vorsicht geschehen, um die Fugen vollkommen luftdicht zu machen. Man giebt den Platten über= oder auch aneinander greifende Falzen, welche mit Hanf und mit einem guten, nicht zu consistenten Mörtel verdichtet werden, und schraubt sie dann fest

zusammen, zu welchem Ende sie mit, nicht zu weit von einander entfernten, Schraubenlöchern versehen sind. Zur Verbindung der Ecken und zur Verbindung der Seitenplatten mit den Deckplatten, nimmt man besondere rechtwinklige Eckleisten, welche ebenfalls durch Schraubenlöcher und Schrauben ihre Befestigung an den äußeren Platten des Windkastens erhalten. Eiserne Klammern, Streben gegen die Wände des Wasserkastens u. s. f. dienen dazu, der ganzen Vorrichtung eine größere Haltbarkeit zu ertheilen. Die Zeichnungen Fig. 315 bis 317. stellen einen ganz eisernen Wasserregulator dar, wie man sich desselben gewöhnlich zu bedienen pflegt. Die Größe ist natürlich von der Luftmenge abhängig, welche das Gebläse liefert. Die Zeichnungen sind so vollständig ausgeführt, daß sie keiner Erläuterung bedürfen. a ist die gemeinschaftliche Windsammelröhre, durch welche der Wind von dem Gebläse zum Einlaßventil des Wasserregulators geleitet wird. b ist das Ventil zum Auslassen des Windes aus dem Regulator, welches mit der Röhrenleitung in Verbindung steht, die den Wind zu den Düsen führt. c ist eine, mit einer gut schließenden Platte bedeckte Oeffnung (das Fahrloch), welche keinen anderen Zweck hat, als um durch dieselbe in den Regulator gelangen zu können, wenn etwa eine Verdichtung der Fugen, oder überhaupt eine Reparatur nothwendig ist. d ist eine gegossene eiserne Röhre, durch welche dem Regulator Wasser zugeführt wird. e ist die Röhre, um das überflüssige Wasser wieder abzuführen. Das Ventil f dient dazu, das Wasser aus dem Regulator gänzlich abzulassen, wenn vorkommende Reparaturen es nothwendig machen sollten. g sind gegossene eiserne Steifen zur Befestigung des Regulators.

Nach allen Erfahrungen ist die Voraussetzung, daß der Wasserregulator die Luft zum Verbrennen weniger geschickt mache, indem er ihr zu viel Feuchtigkeit mittheile, durchaus ungegründet. Diese Besorgniß kann daher kein Grund seyn,

den Trockenregulatoren den Vorzug vor den Wasserregulatoren zu geben.

Von der Menge und von der Geschwindigkeit des Windes aus den Gebläsen.

Die Geschwindigkeit, mit welcher die Luft aus einem Gebläse, unter Voraussetzung eines stets gleich bleibenden Druckes, aus der Düse strömt, steht mit der Quadratfläche der Ausströmöffnung genau im umgekehrten Verhältniß. Je kleiner nämlich die Düsenöffnung, bei gleichen Quantitäten Luft ist, welche das Gebläse liefert, desto größer muß die Geschwindigkeit der Luft seyn, um in gleichen Zeitmomenten auszuströmen; und je mehr Wind ein Gebläse, bei gleich bleibenden Ausströmöffnungen liefert, desto größer wird ebenfalls die Geschwindigkeit des Windes seyn müssen, um in gleichen Zeiträumen aus der Düse zu entweichen. Es giebt folglich zwei Mittel, die Geschwindigkeit des Windes, welches ein Gebläse liefert, zu vermehren. Entweder muß man die Ausströmöffnungen verkleinern, ohne den Gebläsewechsel (oder die Zahl der Hübe der Gebläsekolben in einer bestimmten Zeit) zu verändern; oder man muß, bei gleich bleibenden Düsenöffnungen, den Gebläsewechsel verstärken. Eine geringere Geschwindigkeit erhält der Wind durch größere Düsen bei demselben Gebläsewechsel, oder durch verminderten Wechsel des Gebläses, bei gleich bleibenden Ausströmöffnungen. Die Geschwindigkeit der aus den Düsen strömenden Luft von atmosphärischer Dichtigkeit, muß sich also auch zu der Geschwindigkeit, mit welcher der Kolben des Gebläses bewegt wird, umgekehrt verhalten, wie die Quadratfläche des Kolbens zu der Düsenöffnung. Ein aus drei Cylindern bestehendes Gebläse, von denen jeder Blasekolben einen Flächeninhalt von 12 Quadratfuß und 3 Fuß Hubhöhe hat, würde in der Minute, bei 8 Hüben für jeden Kolben, 864 Kubikfuß Luft von atmosphärischer Dichtigkeit

liefern. Die Geschwindigkeit von allen 3 Kolben läßt sich als die eines einzigen ansehen. Für jeden Kolben beträgt sie 24, für alle drei Kolben also 72 Fuß in der Minute. Hätte die Düsenöffnung einen Flächeninhalt von 6 Quadratzoll, so würden sich 6 Quadratzoll zu 12 Quadratfuß verhalten müssen, wie 72 Fuß zu 20,736 Fuß; oder die Luft von atmosphärischer Dichtigkeit, welche das Gebläse liefert, würde mit einer Geschwindigkeit von 345½ Fuß in der Sekunde, aus der Düse strömen.

Damit die Luft aber mit einer gewissen Geschwindigkeit aus der Düse strömt, muß sie mit einer Kraft gedrückt werden, die mit jener Geschwindigkeit im Verhältniß steht. Die Luft ist aber eine vollkommen elastische Flüssigkeit, und daher wird sich der Druck nicht bloß nach allen Seiten gleich stark verbreiten, sondern er wird auch auf den räumlichen Umfang der Luft einen Einfluß haben. Je größer die drückende Kraft ist, desto geringer wird das Volumen seyn, zu welchem die Luft zusammengepreßt wird; oder der räumliche Umfang der Luft und die drückende Kraft werden mit einander im umgekehrten Verhältniß stehen. Die Düsenöffnung giebt der Luft zwar Gelegenheit zu entweichen; allein das Ausströmen kann nur dadurch geschehen, daß der Luft eine gewisse Geschwindigkeit durch eine drückende Kraft mitgetheilt wird, welche zugleich, weil sie nach allen Seiten gleich stark wirkt, das Volumen der Luft vermindert. Es mögen für die folgenden Betrachtungen bedeuten:

P, das in Pfunden ausgedrückte Gewicht, mit welchem die Luftsäule der Atmosphäre auf allen (gleich hohen) Punkten der Erdoberfläche gleich stark drückt.

p, ein gleichfalls in Pfunden ausgedrücktes Gewicht, mit welchem die in einem Behältniß befindliche Luft zusammengedrückt wird.

V, das Volumen, welches die atmosphärische Luft, bei dem

gewöhnlichen Druck der Atmosphäre P, einnimmt; und V' das Volumen bei dem Druck $P + p$.

D, die Dichtigkeit der atmosphärischen Luft bei dem Druck P, und D' die Dichtigkeit derselben bei dem Druck $P + p$.

Weil die Dichtigkeiten der elastischen Flüssigkeiten mit den drückenden Kräften in geradem Verhältniß stehen, und weil sich $D = 1$ annehmen läßt; so hat man $D' = \frac{P + p}{P}$, und $V' = \frac{P}{P + p}$, weil V ebenfalls $= 1$ gesetzt werden kann. Wenn also P und p bekannt sind, so werden sich V' und D' leicht finden lassen. Wäre $P = 10$, und $p = 2$, so würde sich die Dichtigkeit der mit einer Kraft von 2 Pfunden zusammengedrückten Luft, zur Dichtigkeit der atmosphärischen Luft wie 1 : 1,2, und das Volumen der zusammengedrückten Luft würde sich zu dem der atmosphärischen Luft wie 0,833 : 1 verhalten müssen. Die aus den Düsen ausströmende Luft wird also nicht die atmosphärische, sondern eine von dem Drucke p abhängige Dichtigkeit haben müssen. Mit dieser Dichtigkeit steht aber das Volumen der Luft im umgekehrten Verhältniß, und es muß um so geringer seyn, je größer die Dichtigkeit ist. Der verdichteten Luft wird folglich auch eine andere Geschwindigkeit beim Ausströmen aus der Düse zukommen müssen, als diejenige ist, mit welcher dieselbe Luftmenge, wenn man sich dieselbe als Luft von atmosphärischer Dichtigkeit vorstellt, ausströmen würde.

Die Menge Luft von atmosphärischer Dichtigkeit, welche ein Gebläse liefert, wird sich bestimmen lassen, wenn die Dichtigkeit des Windes, so wie die Größe der Ausströmöffnung (der Düse) bekannt sind. Aus der Art, wie man die Windmenge in dem oben angeführten Beispiele von einem aus 3 Cylindern bestehenden Gebläse berechnet, würde man, wie es scheint, die Menge Luft von atmosphärischer Dichtigkeit un=

mittelbar bei jedem Gebläse finden können; aber die Quantität und die Geschwindigkeit der verdichteten Luft, welche doch eigentlich nur ausströmt, und welche zu kennen oft von Wichtigkeit ist, würde sich aus solchen Berechnungen nicht ergeben, wenn die Kraft unbekannt ist, mit welcher die Luft zusammengedrückt wird. Außerdem sind jene Berechnungen, wegen des Windverlustes bei den Liederungen der Windleitungen, so wie wegen des schädlichen Raumes in den Gebläsegefäßen, Ventilkasten, Cylinderhälsen u. s. f. sehr unzuverläßig, und geben die Windmenge, welche ein Gebläse liefert, jederzeit zu hoch an. Ist mn (in der Zeichnung Fig. 408.) der höchste Kolbenstand und bedeutet $dmnc$ den nach der Vollendung des Kolbenhubes mit verdichteter Luft angefüllt bleibenden Raum, also dm die Höhe desjenigen Raumes, welcher, nach vollendetem Hube zwischen dem Ausblaseventil und dem Kolben übrig bleibt; so enthält der Raum dn die Luft in dem Zustande der Verdichtung, die dem Gebläse im Beharrungsstande zukommt. $d\mu$ sei die Tiefe, bis zu welcher der Kolben nach dem Hube wieder zurück sinken muß, damit die in dm eingeschlossene verdichtete Luft wieder die Dichtigkeit der atmosphärischen Luft erhält; ferner sei ab der tiefste Kolbenstand, also am die Höhe des Hubes. Wäre kein schädlicher Raum vorhanden, so müßte bei jedem Hube eine Luftmenge $abnm$ von atmosphärischer Dichtigkeit ausgeblasen werden; weil aber bei jedem Kolbenhube $dc\nu\mu$ Luft von gewöhnlicher Dichtigkeit zurück bleibt, so wird jeder Kolbenhub nur $ab\mu\nu$ Luft von atmosphärischer Dichtigkeit geben. Um die Menge Luft zu finden, sei A die Fläche des Kolbens, h die Höhe einer Wassersäule, welche mit P, und h' die Höhe einer Wassersäule, welche mit $P + p$ im Gleichgewicht steht. Dann ist $dm : d\mu = h : h'$, also $d\mu = dm \frac{h'}{h}$, also $m\mu = d\mu - dm = dm \left(\frac{h'}{h} - 1\right)$. Die durch jeden Kolbenhub ausgepreßte

Luft von atmosphärischer Dichtigkeit ist also nicht $A . am$, sondern $A (am - m\mu) = A . \left(am - dm \left[\frac{h'}{h} - 1\right]\right)$. Um also die Windmenge zu bestimmen, welche ein Gebläse, mit Berücksichtigung des schädlichen Raumes, wirklich liefert, muß der schädliche Raum selbst, durch Berechnung genau bekannt, und es muß h' durch Beobachtungen gefunden seyn.

Je größer dm und je größer h' ist, desto geringer wird der Effekt des Gebläses seyn. Weil die Berechnung des schädlichen Raumes aber oft sehr schwierig und in manchen Fällen mit der erforderlichen Genauigkeit unmöglich ist; so ist es viel zuverläßiger, die Geschwindigkeit der ausströmenden Luft durch unmittelbare Beobachtung von h' und p auszumitteln, und aus der gefundenen Geschwindigkeit, die Menge der mit der Kraft p verdichteten Luft, welche in einer gewissen Zeit aus der Düsenöffnung von bekanntem Flächeninhalt ausströmt, zu berechnen. Die Geschwindigkeit des ausströmenden Windes steht aber mit der Pressung desselben, also mit der Kraft, durch welche er zusammengedrückt wird, im Verhältniß. Die Größe dieser Kraft läßt sich durch die Höhe einer Wasser- oder einer Quecksilbersäule ausdrücken, mit welcher die zusammengepreßte Luft im Gleichgewicht steht. Die zu P gehörige Höhe ist einer Wassersäule von 31,658 Fuß rheinländ. Wasser, oder einer Quecksilbersäule von 28″ gleich. Ein Kubikfuß rheinl. reines Wasser wiegt, bei 0° Temperatur, 66 Pf. Preuß. also 1 Kubikz. rheinl. Wasser = 1,2224 Loth Preuß. Bei einer Höhe von 31,658 Fuß für die drückende Wassersäule, beträgt also der Druck auf einer Fläche von 1 Quadratzoll = 14,55 Pf. Preuß.; und bei diesem Druck hat die atmosphärische Luft die Dichtigkeit $D = 1$, und das Volumen $V = 1$. Der Druck der Atmosphäre ist aber veränderlich, und mit dem veränderlichen Werthe von P verändern sich auch die Werthe von D und V. Wächst P, so wird D größer und V kleiner, und

umgekehrt wird D kleiner und V größer, wenn P abnimmt. Diese veränderlichen Werthe von P, D und V würden berücksichtigt werden müssen, wenn die Luft in einen luftleeren Raum einströmte. Weil der aus der Düse strömende Wind aber nicht in einen luftleeren, sondern in einen mit atmosphärischer Luft erfüllten Raum getrieben wird, so können die Werthe von P, D und V ganz unberücksichtigt bleiben, indem nur der additionelle Werth p zu dem gewöhnlichen Druck der Atmosphäre P, und die durch p veränderte Dichtigkeit und Volumen der Luft gefunden werden sollen, P aber überall mit sich selbst im Gleichgewicht stehen muß. Uebrigens leuchtet es ein, daß, je geringer P, je niedriger also der Barometerstand ist, desto geringer auch D seyn muß. Bleibt also p bei einem veränderlichen Werth von P gleich, so muß auch D′ bei einem Druck von P + p um so geringer seyn, je kleiner P ist, oder der aus dem Gebläse strömende Wind hat, bei gleich bleibender Pressung, um so weniger Dichtigkeit, je kleiner P wird.

Die Größe des Druckes, den die gepreßte Luft nach allen Seiten ausübt, ergiebt sich durch die unmittelbare Beobachtung an dem Windmesser, dessen Einrichtung mit der, eines Barometers übereinstimmt, nur daß beim Barometer die Wasser- oder Quecksilbersäule durch den Druck P der atmosphärischen Luft in einen luftleeren Raum in die Höhe getrieben, folglich die zu P gehörige Höhe der Wasser- oder Quecksilbersäule im luftleeren Raume gesucht wird; wogegen bei dem Windmesser verdichtete Luft auf die Wasser- oder Quecksilbersäule drückt, und die Flüssigkeit in einem mit atmosphärischer Luft erfüllten Raum aufsteigen muß, um die zu p gehörige Druckhöhe zu finden. Die Flüssigkeit steht im Windmesser also, eben so wie im Barometer, in zwei communicirenden Röhren. Auf der Oberfläche in der einen Röhre drückt verdichtete, auf der Oberfläche in der anderen aber die atmosphärische Luft. Windmesser, welche, nach Art der Heber-Baro-

meter, mit gleich weiten Röhren konstruirt sind, werden die vollkommensten und bequemsten seyn, weil die an der Scale beobachteten Höhen über, oder auch unter dem Nullpunkt, genau die halben Höhen der Wasser- oder der Quecksilbersäule anzeigen; wogegen bei jedem anderen Verhältniß der Weite der Röhren gegen einander, erst eine Berechnung angestellt werden muß, welcher man dadurch zu entgehen sucht, daß man die Röhre, in welcher die verdichtete Luft drückt, im Verhältniß zu dem mit der Atmosphäre communicirenden Schenkel, sehr weit macht. Dadurch wird indeß die Höhe der Wasser- oder Quecksilbersäule immer um etwas zu klein gefunden werden, und außerdem ist man in den engen Röhren der stets oscillirenden Bewegung der Flüssigkeit, wodurch die genauen Beobachtungen erschwert werden, ungleich mehr als bei gleich weiten Röhrenschenkeln ausgesetzt, indem in den letzteren immer nur die Hälfte des durch den ungleichen Druck bewirkten unaufhörlichen Steigens und Fallens der Flüssigkeit bemerklich wird. Weil man aber gleich weite Röhren nicht leicht in der erforderlichen Vollkommenheit erhalten kann, so zieht man es gewöhnlich vor, eine enge Glasröhre, welche indeß kein Haarröhrchen seyn darf, mit einem weiten Gefäß in Verbindung zu setzen und an der engen Röhre die Scale anzubringen, auf welcher die Höhen über dem Nullpunkt verzeichnet sind. Gewöhnlich trifft man bei diesen Scalen die Einrichtung, daß sie auf der einen Seite der Steigeröhre die Höhen der Wasser- oder Quecksilbersäulen in Zollen und Linien, und auf der andern Seite den mit diesen Höhen korrespondirenden Druck, oder das drückende Gewicht der Luftsäule, auf einen Quadratzoll Flächeninhalt berechnet, anzeigen. Die Einrichtung eines Windmessers läßt sich sehr verschieden denken und es sollen hier die gebräuchlichsten mitgetheilt werden.

Der Windmesser Fig. 440. besteht aus einem weiten Gefäß A, welches mit einer nicht zu weiten Glasröhre B, durch

Verkittung luftdicht verbunden ist. Die Linie in A zeigt den Nullpunkt des Quecksilberstandes und die Fläche an, auf welche der durch die Oeffnung a einströmende Wind drückt und das Quecksilber in der Glasröhre B zum Steigen bringt. Es versteht sich von selbst, daß A überall luftdicht verschlossen und daß B oben offen seyn muß. Die Oeffnung a steht entweder mit dem Regulator, oder mit einer Windleitungsröhre, Windkasten u. s. f. in Verbindung, muß aber, um zuverläßige Beobachtungen machen zu können, so nahe als möglich bei der Düse angebracht werden. Das Gefäß A ist eine Kapsel, oder ein Cylinder von Buchsbaumholz mit einem festen Boden, aber oben offen. In der oberen Oeffnung ist ein Gewinde, oder eine Schraubenmutter eingedreht, in welche ein Deckel, ebenfalls von Buchsbaumholz, hineingeschraubt wird. Diese Oeffnung dient zum Einfüllen des Quecksilbers und dazu, den Quecksilberstand von Zeit zu Zeit zu revidiren, auch das Gefäß inwendig zu reinigen. In dem Boden der Kapsel befindet sich eine cylindrische Oeffnung, durch welche die mit dem Gebläse kommunicirende Röhre a von hartem Holz hindurchgesteckt und luftdicht verkittet wird. Diese Röhre ist unter dem Boden der Kapsel verlängert, und man kann die Verlängerung entweder unmittelbar in eine Oeffnung in einer Windleitungsröhre, oder auch durch einen gewöhnlichen ausgehölten Korkpfropf stecken, wodurch der Windmesser für jede kreisförmige Oeffnung in einem Windkasten, oder in einer Windleitungsröhre, passend wird. Eine zweite Oeffnung, seitwärts und unten am Boden der Kapsel, dient zur Aufnahme eines kleinen cylindrischen Ansatzes, welcher ebenfalls von Buchsbaumholz ist und in jene Oeffnung hineingeschraubt wird. Oben ist dieser cylindrische Ansatz mit einer Oeffnung versehen, in welche die Glasröhre B gesteckt und luftdicht darin verkittet wird. Die Scale wird am bequemsten aus Messing angefertigt.

Wenn man nicht Quecksilber, sondern Wasser als Flüssigkeit anwendet, folglich sehr hohe Säulen zu beobachten hat, so bedient man sich wohl ähnlicher Vorrichtungen wie diejenigen sind, welche die Zeichnung Fig. 442. darstellt. Hier ist A ein luftdicht verschlossenes Gefäß, in welches durch die Oeffnung a verdichtete Luft aus dem Gebläse strömt und auf die Oberfläche des in A befindlichen Wassers drückt. Durch den Deckel des Gefäßes ist eine Glasröhre B luftdicht durchgesteckt, welche nicht bis zu dem Boden des Gefäßes A hinunter reicht, sondern etwas davon absteht, damit das Wasser in B aufsteigen kann. Der Nullpunkt der Scale ist die Linie des Wasserstandes in dem Gefäß A. Diese Windmesser müssen, wegen der Verdampfung des Wassers, sehr häufig revidirt werden, damit der Wasserstand in A stets derselbe bleibt.

Eine einfache und überall leicht anzuwendende Art von Windmessern zeigt Fig. 441. Die ganze Vorrichtung besteht nur aus einer gekrümmten Glasröhre, deren eines Ende durch einen Korkstöpsel a gesteckt und vermittelst desselben und einer Oeffnung in der Windleitungsröhre u. s. f. mit dem Gebläse in Verbindung gesetzt wird. Die gebogenen Röhren sind bis zu der punktirten Linie mit Wasser oder mit Quecksilber angefüllt und an dem Schenkel b, welcher mit der Atmosphäre in Verbindung steht, ist eine Scale befestigt, welche die halben Höhen der Säule der Flüssigkeit anzeigt, die mit dem jedesmaligen Druck des Windes im Gleichgewicht steht. Diese Windmesser können indeß nur dann auf Zuverläßigkeit Anspruch machen, wenn die Flüssigkeit in beiden Röhrenschenkeln, im Zustande der Ruhe, ganz genau bis zum Nullpunkt, also weder tiefer noch höher steht, und wenn die Schenkel der Röhre sorgfältig calibrirt sind.

Bei Gebläsen die großen Massen von stark gepreßtem Wind liefern, und bei welchen die Pressung des Windes täg-

lich einige male beobachtet wird, bringt man unbewegliche Windmesser in der Nähe der Düsen an, welche man, um zufällige Beschädigungen und Verunreinigungen durch Kohlenstaub u. s. f. zu verhindern, in besonderen Kapseln einzuschließen pflegt. Die Einrichtung der Windmesser selbst, ist von derjenigen der zuerst beschriebenen Windmesser nicht verschieden. Das Gefäß, oder der Cylinder A, in welchen der Wind einströmt, ist von gegossenem Eisen, und, wie Fig. 409. zeigt, mit einem genau passenden Deckel von Gußeisen versehen, der in der Mitte eine Oeffnung hat, in welche ein hölzerner Pfropf eingeschraubt wird, um von Zeit zu Zeit das Gefäß A reinigen und den Quecksilberstand revidiren zu können, ohne den Deckel abnehmen zu dürfen. In den röhrenförmigen, mit angegossenem Ansatz am Boden des Cylinders, wird eine Glasröhre B luftdicht eingesetzt und angekittet. Der Durchmesser von A beträgt 5 Zoll, der von B nur $2\frac{1}{2}$ Linien. Die Verbindung des Cylinders mit dem Windsammelkasten, oder mit dem Windsperrungskasten vor der Düse, findet durch einen zweiten röhrenförmigen Ansatz im Cylinderboden statt, welcher luftdicht durch die Oeffnung im Windkasten geführt ist.

Die hier beschriebenen Windmesser haben die Unbequemlichkeit, daß man sie auf Reisen nicht bei sich führen kann, theils weil sie zu groß sind, theils weil man sie jedesmal mit der Flüssigkeit füllen und diese wieder ausgießen muß. Hr. Gahn wendete einen Reise-Windmesser an, den Hr. Hausmann (Reisen, V. 25) beschrieben hat. Die Zeichnungen Fig. 420 bis 425. stellen diesen Windmesser und seine einzelnen Theile dar. Er ist durchaus aus hartem und dichtem Holz angefertigt, aber die Schrauben a und b macht man am besten aus Knochen. Die Scheibe b an der Stellschraube a ist an beiden Seiten mit Leder überzogen. Der hölzerne Deckel c, der zum Verschließen der Kapsel oder der Büchse dient, hat an der unteren Seite eine lederne Bekleidung. d ist

der mit gepreßter Luft aus dem Gebläse erfüllte Raum. e ist der Quecksilberbehälter, f eine Oeffnung in dem Luftraum d, in welche der Zapfen der Röhre paßt, welche zu dem Gebläse führt. g, die Glasröhre. h ein kleiner Behälter, in welchem das Quecksilber durch eine Schraube zurück gehalten wird, wenn der Windmesser nicht gebraucht wird. i ist die Scale von Messing, welche die gewöhnliche Eintheilung nach Zollen und Linien und nach Pfunden erhält. k ist der Quecksilberstand im Zustande der Ruhe. l eine hölzerne Röhre, durch welche die Gebläseluft in den Windmesser geleitet wird und welche mit einer Oeffnung in einem Windkasten u. s. f. des Gebläses in Verbindung steht. Soll der Windmesser gebraucht werden, so muß die Röhre l mit dem einen Ende in den Windmesser gesteckt und mit dem andern Ende mit dem Gebläse in Verbindung gebracht werden, so daß die Glasröhre eine senkrechte Stellung erhält. Die Schraube bei h wird gelüftet, um die freie Verbindung der Glasröhre mit der Atmosphäre herzustellen. Dann wird der Deckel c der Büchse fest zugeschraubt und die knöcherne Schraube a in die in c eingeschnittenen Gewinde eingedreht, damit die Scheibe b den Deckel c luftdicht verschließt. Soll der Windmesser auf der Reise mitgenommen werden, so wird die Scheibe b, mittelst der Schraube a, fest auf c angeschraubt, auch h vermittelst der Schraube verschlossen, wodurch das Quecksilber in der Glasröhre eingeschlossen wird.

Dieser Windmesser ist jedoch ziemlich zusammengesetzt, auch ist das Quecksilber in der Glasröhre noch vielen Schwankungen auf der Reise ausgesetzt, wodurch der Windmesser sehr unbequem wird. Einen bequemeren Reise-Windmesser stellt die Zeichnung Fig. 410. dar. Hr. Kallstenius hat diesen Windmesser angegeben, welcher ebenfalls aus Holz gearbeitet ist. Er besteht, wie die Zeichnung zeigt, aus drei Theilen A, B und C, die durch Schrauben und Schraubengewinde mit

einander verbunden sind. In dem oberen Theil A befindet sich eine (mit einem Korkpfropf u. s. f. verschließbare) Höhlung, oder ein Reservoir a, welches zur Aufnahme des Quecksilbers dient, so lange der Windmesser nicht gebraucht wird. Zu diesem Reservoir führt die ausgebohrte röhrenförmige Oeffnung b c, welche durch den Hahn d geöffnet und geschlossen werden kann. Der mittlere Theil B ist ein hölzerner Cylinder, welcher an der einen Seite unten eine Oeffnung hat, in welcher die Glasröhre x y luftdicht eingekittet ist. In dem offenen Boden dieses Cylinders ist ein Schraubengewinde eingeschnitten, in welches der untere Theil C geschraubt wird. Durch diesen untern Theil C ist der Luftcanal n o gebohrt, welcher bei n mit dem Gebläse in Verbindung steht und durch den der Wind aufsteigt, um auf die Oberfläche l m des Quecksilbers zu drücken, welches dann in der communicirenden Röhre aufsteigt. Soll eine Beobachtung angestellt werden, so verbindet man n in gewöhnlicher Art mit dem Gebläse, öffnet den Hahn d und läßt das in dem Reservoir a befindliche Quecksilber niederfallen, worauf der Hahn d wieder geschlossen wird. Nach gemachtem Gebrauch öffnet man den Hahn d, kehrt den Windmesser um und sammelt das Quecksilber wieder in dem Reservoir a, worauf der Hahn d wieder geschlossen und der Windmesser zum Transportiren auf der Reise eingerichtet ist. Bei diesem Windmesser ist besonders darauf zu sehen, daß kein Quecksilber verschüttet wird, damit dasselbe, wenn der Windmesser zum Gebrauch vorgerichtet wird, genau im Niveau des Nullpunktes steht.

Aus den mit der Pressung des Windes im Gleichgewicht stehenden Höhen der Wasser- oder Quecksilbersäulen des Windmessers, läßt sich die Größe des Drucks, welche der Wind nach allen Seiten ausübt, oder die Größe der Kraft p, mit welcher der Wind zusammengedrückt wird, sehr leicht berechnen. Die der Kraft p zukommenden Höhe der Wasser- oder Queck-

silbersäule giebt der Windmesser nämlich unmittelbar an. Der absolute Druck, den p auf einer Fläche von bestimmter Größe ausübt, ergiebt sich dann aus der Größe der Fläche, aus der Höhe der Säulen und aus dem absoluten Gewicht der Flüssigkeit, welche man zur Vergleichung der Kraft des Windes anwendet. Wenn im Allgemeinen h die Höhe einer Wassersäule und h′ die Höhe einer Quecksilbersäule nach rheinländ. Maaß bedeutet, welche mit der bis zu einem gewissen Grade verdichteten Luft im Gleichgewicht steht, p aber den Druck in preußischen Pfunden anzeigt, den jene verdichtete Luft auf einer Fläche von einem preußischen Quadratzoll ausübt, so ist:

p	für h =	für h′ =
0,22901 Pf.	6 Zoll	5,3065 Linien
0,45802 —	1 Fuß	10,613 —
0,68703 —	1 Fuß 6 Zoll	1 Zoll 3,9195 Linien
0,91604 —	2 —	1 — 9,226 —
1,14505 —	2 — 6 —	2 — 2,5325 —
1,37406 —	3 —	2 — 7,839 —
1,60307 —	3 — 6 —	3 — 1,1455 —
1,83208 —	4 —	3 — 6,452 —
2,06109 —	4 — 6 —	4 — 11,7585 —
2,29010 —	5 —	4 — 5,064 —
2,51911 —	5 — 6 —	4 — 10,3705 —
2,74812 —	6 —	5 — 3,677 —
2,97713 —	6 — 6 —	5 — 8,9835 —
3,20614 —	7 —	6 — 2,29 —
3,66416 —	8 —	7 — 0,903 —

Um aus der Höhe h der mit der jedesmaligen Windpressung im Gleichgewicht stehenden Wassersäule, die Geschwindigkeit zu finden, mit welcher die Luft ausströmt, berechne man zuerst die Geschwindigkeit, mit welcher die atmosphärische Luft in einen luftleeren Raum strömen würde. Die Höhe h der

Wassersäule, welche mit der Atmosphäre im Gleichgewicht steht, ist in diesem Fall 31,658 Fuß rheinl. Die mit h correspondirende Höhe der Luftsäule sey H, und die Dichtigkeit Δ des Wassers verhalte sich zur Dichtigkeit δ der atmosphärischen Luft, wie 800 zu 1. Weil $H : h = \Delta : \delta$, und weil $\delta = 1$ anzunehmen ist, so ist $H = h\Delta$. Es sey v die der Höhe H zugehörige Geschwindigkeit, und g die Beschleunigung der Schwere = 15,625 Fuß rheinl. Die der Höhe h zugehörige Geschwindigkeit u ist $= 2gt$, wo t die erste Zeitsecunde des Falles von der Höhe h bedeutet. Weil aber $h = gt^2$, also $\frac{h}{g} = t^2$, so ist $u^2 = 4g^2t^2 = 4gh$. Es verhalten sich aber die Quadrate der Geschwindigkeiten wie die Fallhöhen, also $v^2 : u^2 = H : h = H\Delta : h$. Weil aber $u^2 = 4gh$; so ist $v^2 = 4gh\Delta$, folglich $v = 2\sqrt{gh\Delta}$.

Für den Fall, daß die atmosphärische Luft in einen vollkommen luftleeren Raum strömt, ist $h = 31{,}658$ Fuß und $\Delta = 800$, also $v = 1264$ Fuß rheinl., und mit dieser Geschwindigkeit strömt die Luft von atmosphärischer Dichtigkeit in einen völlig luftleeren Raum. Aber das Verhältniß $\Delta : \delta$ ist nach der Beschaffenheit von δ veränderlich. Je stärker nämlich die Luft zusammengedrückt wird, desto größer wird δ, oder desto kleiner das Verhältniß $\Delta : \delta$. Soll also die Geschwindigkeit v, mit welcher die verdichtete Luft in einen luftleeren Raum strömt, gefunden werden, so müssen die Werthe von h und δ verändert werden. Es ist $\delta : d = P : P + p$, wobei δ die Dichtigkeit der Luft gegen Wasser im gewöhnlichen Zustande, oder bei der, der Höhe einer Wassersäule h von 31,658 Fuß (wofür man in einer runden Zahl 32 setzen kann) zugehörigen Pressung der Atmosphäre P, und d die Dichtigkeit der Luft gegen Wasser bei einer, der Höhe einer Wassersäule h'' zugehörigen Pressung $P + p$, bedeutet. Für $\delta = 1$

ist also $d = \frac{P + p}{P}$. Soll daher die Formel $v = 2\sqrt{g h \frac{\Delta}{\delta}}$ für verdichtete Luft gelten, so ist δ hier nicht $= 1$, sondern $= \frac{P + p}{P}$ und dann ergiebt sich $v = 2\sqrt{g h'' \frac{\Delta P}{P + p}}$. Für $h'' = 34$ Fuß, würde z. B. die zu p gehörige Höhe $= 2$ Fuß, also $\frac{P}{P + p} = 0{,}94$, woraus sich v zu 1264 Fuß rheinl. ergiebt. Der scheinbare Widerspruch: daß die verdichtete Luft, die Verdichtung mag so stark seyn als sie immer will, nur mit derselben Geschwindigkeit in den luftleeren Raum strömt, als die Luft von gewöhnlicher atmosphärischer Dichtigkeit, erklärt sich dadurch, daß im ersten Fall Luft von der Dichtigkeit $\frac{P + p}{P}$ (oder in dem gewählten Beispiel, von der Dichtigkeit 1,06) im letzten Fall aber nur Luft von der Dichtigkeit $= 1$ einströmt. Es sind nämlich h'' und p stets von einander abhängig und es wird $h'' = h$, für $p = o$, so daß die Geschwindigkeit der verdichteten Luft nicht größer seyn kann, als die der atmosphärischen, wenn beide in einen luftleeren Raum einströmen.

Für das Einströmen der Luft von atmosphärischer Dichtigkeit in einen luftleeren Raum, war $h = 32$ Fuß, und $\Delta : \delta = 800$. Für das Einströmen der verdichteten Luft ward $h = h'' = 32 + x$ Fuß und $\Delta : \delta = \frac{800}{\frac{P + p}{P}} = \frac{800 P}{P + p}$ wo p den Druck bedeutet, den eine x Fuß hohe Wassersäule ausübt. Soll nun verdichtete Luft in einen mit atmosphärischer Luft von gewöhnlicher Dichtigkeit erfüllten Raum einströmen, so wird $h = o$ und $h'' = o + x = x$, und $\frac{\Delta}{\delta}$ bleibt $\frac{800 P}{P + p}$, wo p den Druck bedeutet, zu welchem eine x Fuß hohe Was-

sersäule gehört. Die Geschwindigkeit des in einen, mit Luft von atmosphärischer Dichtigkeit erfüllten Raum einströmenden Windes, wird also ebenfalls $= 2\sqrt{gh\Delta\frac{P}{P+p}}$ seyn, wo $h = x$, und p der zu x gehörige Druck einer Wassersäule ist. Der Werth von $\frac{P}{P+p}$ läßt sich nur bei einem bestimmten Werth von h (oder x) ausdrücken, weil er ganz von h abhängig ist. Für $h=32$ Fuß muß er $= \frac{32}{32+0} = 1$ seyn; für $h = 36$ Fuß wird er $\frac{32}{36} = 0{,}888$. Für $h = 0$ wird auch $v=0$. Weil indeß zu der Höhe h von 32 Fuß, bei einem bestimmten Flächeninhalt von 1 Quadratzoll, die Kraft von 14,55 Pf. Preuß., und zu der Höhe von 4 Fuß die Kraft von 1,83208 Pf. gehört, so muß $\frac{P}{P+p}$ ebenfalls $=$ $\frac{14{,}55}{14{,}55+1{,}83208} = 0{,}888$ seyn, weshalb sich $\frac{P}{P+p}$ leicht finden läßt, wenn h bekannt ist. Soll indeß der Werth von $\frac{P}{P+p}$ genauer bestimmt werden, so muß P für jeden Ort und für jeden Barometerstand ausgemittelt werden, weil P nicht als eine constante Größe von 14,55 Pf. Preuß. auf den Quadratzoll rheinl. angesehen werden kann.

Bedeutet also h die Höhe einer Wassersäule, welche mit der Pressung des Windes, bei dem gewöhnlichen Druck der Atmosphäre, das Gleichgewicht hält, so wird $2\sqrt{gh\Delta\frac{P}{P+p}}$ der allgemeine Ausdruck für die Geschwindigkeit der verdichteten Luft, welche mit einer der Höhe der Wassersäule h zugehörigen Kraft p zusammengedrückt ist. Für $h=8$ wird z. B. $2\sqrt{gh\Delta\frac{P}{P+p}} = 564$, und das ist die Geschwindigkeit, mit

welcher die bei dem Drucke h verdichtete Luft in jeder Zeitsecunde ausströmt. Weil nun bei dem Drucke h von 8 Fuß, $\frac{P+p}{P} = \frac{40}{32} = 1{,}25$ wird, so muß 564 . 1,25 = 705 die Geschwindigkeit der mit einer Wassersäule von 8 Fuß Höhe gedrückten Luft seyn, wenn man sich dieselbe im Zustande der atmosphärischen Dichtigkeit denkt.

Aus der bekannten Geschwindigkeit der verdichteten Luft, läßt sich dann die Menge Q der Luft, welche ein Gebläse liefert, leicht finden, wenn die Größe a der Düsenöffnung bekannt ist. Es ist nämlich $Q = av$ für jede Secunde. In der folgenden Tabelle bedeutet h die Höhe des an dem Windmesser beobachteten Wasserstandes (woraus sich der Widerstand berechnen läßt, den die bewegende Kraft des Gebläses zu überwinden hat); d die mit h correspondirende Dichtigkeit der Luft, die der atmosphärischen = 1 gesetzt; r den räumlichen Inhalt der Luft bei dem Druck h, das Volum der atmosphärischen Luft = 1 gesetzt; v die Geschwindigkeit, mit welcher der zur Druckhöhe h gehörige Wind von der Dichtigkeit d ausströmt; a v die Menge Luft von der Dichtigkeit d, welche aus einer Düsenöffnung von einem rheinländischen Quadratzoll in der Secunde erhalten wird; v′ die Geschwindigkeit, mit welcher die zur Druckhöhe h gehörige Luft von atmosphärischer Dichtigkeit ausströmen würde; und a v′ die Menge der Luft von atmosphärischer Dichtigkeit, welche aus einer Düsenöffnung von einem rheinl. Quadratzoll, bei der Druckhöhe h, in einer Secunde ausströmt.

Für h =	ist d	ist r	ist v	ist a v	ist v′	ist a v′
1′ 6″	1,047	0,955	268 Fuß	$1\frac{1488}{1728}$ Kbf	280 Fuß	$1\frac{1632}{1728}$ Kbf.
2′	1,062	0,941	306 —	$2\frac{216}{1728}$ —	324 —	$2\frac{392}{1728}$ —
2′ 6″	1,078	0,928	340 —	$2\frac{624}{1728}$ —	366 —	$2\frac{936}{1728}$ —
3′	1,094	0,914	370 —	$2\frac{984}{1728}$ —	404 —	$2\frac{1392}{1728}$ —
3′ 6″	1,109	0,901	396 —	$2\frac{1296}{1728}$ —	438 —	$3\frac{72}{1728}$ —
4′	1,125	0,888	420 —	$2\frac{1584}{1728}$ —	472 —	$3\frac{480}{1728}$ —
4′ 6″	1,140	0,877	444 —	$3\frac{144}{1728}$ —	506 —	$3\frac{878}{1728}$ —
5′	1,156	0,865	464 —	$3\frac{384}{1728}$ —	536 —	$3\frac{1248}{1728}$ —
6′	1,188	0,842	502 —	$3\frac{840}{1728}$ —	596 —	$4\frac{240}{1728}$ —
7′	1,219	0,820	534 —	$3\frac{1224}{1728}$ —	650 —	$4\frac{880}{1728}$ —
8′	1,250	0,800	566 —	$3\frac{1608}{1728}$ —	706 —	$4\frac{1560}{1728}$ —

Die Werthe von d, r, a v u. s. f. beziehen sich aber auf atmosphärische Luft, deren Dichtigkeit und räumlicher Inhalt immer = 1 gesetzt werden; sie müssen sich folglich in demselben Verhältniß ändern, in welchem sich die Beschaffenheit der atmosphärischen Luft selbst ändert. Soll die Berechnung die Menge der atmosphärischen Luft von dem räumlichen Inhalt und von der Dichtigkeit = 1 angeben, welches nothwendig ist, um richtige Vergleichungen anstellen zu können; so muß die gefundene Luftmenge für den Barometerstand von 28 Zollen für die Temperatur = 0 und für den Hygrometerstand = 0 berichtigt werden. Das Barometer zeigt die drückende Kraft der Atmosphäre unmittelbar an, und weil sich der räumliche Inhalt der Luft umgekehrt verhält, wie die drückenden Kräfte, so ist die Rectifikation wegen des veränderlichen Barometerstandes sehr leicht. Bei einem Barometerstande von 27 Zoll würde sich z. B. der räumliche Inhalt der Luft verhalten wie 27 zu 28, oder wie 1 : 1,03703.., oder 1000 Kubikfuß von der Dichtigkeit = 1, sind gleich 1037 Kubikf. Luft von der Dichtigkeit $\frac{100000}{103703}$ = 0,96.. Ein Gebläse also, welches 1000 Kubikf. Luft von der Dichtigkeit = 1 lie-

fern soll, würde bei 27 Zoll Barometerstand, 1037 Kubikf. von atmosphärischer Dichtigkeit, liefern müssen. Es geht hieraus hervor, wie bedeutend der Einfluß des veränderlichen Barometerstandes auf die Wirkung der Gebläse seyn muß, welche in einer Minute mehrere tausend Kubikfuß Luft liefern. Es folgt daraus aber auch, wie wesentlich verschieden dieselben Quantitäten Luft wirken müssen, welche ein Gebläse bei einem hohen und bei einem sehr tiefen Barometerstand liefert. Wäre ein Gebläse z. B. in einer hohen Gegend erbaut, der ein mittlerer Barometerstand von 20 Zoll zukommt, so würde der räumliche Inhalt der Luft 1,4 seyn, oder 1400 Kubikfuß Luft, bei einem Barometerstande von 20 Zollen, würden erst den Werth von 1000 Kubikfuß Luft, bei einer Barometerhöhe von 28 Zollen, haben können. Zwei Gebläse, deren Effect ganz gleich wäre, würden sich, bei so verschiedenen Barometerständen, in der Wirkung wie 10 zu 14 verhalten. Die berechnete Luftmenge, welche ein Gebläse liefert, muß daher immer auf die Dichtigkeit der Luft = 1 reducirt werden, um die Wirkung desselben für jeden Barometerstand zu erfahren, und sich, bei niedrigen Barometerständen, nicht in der Wirksamkeit der Gebläse zu täuschen.

Bei gleichem Volum ist die wärmere Luft die elastischere. Bei gleich bleibender Elasticität, die sich durch einen gleich stark bleibenden Druck zu erkennen giebt, muß das Volumen der Luft um so mehr vermindert, also die Elasticität durch die Dichtigkeit der Luft um so mehr ersetzt werden, je mehr die Temperatur abnimmt. Bei gleich bleibender Pressung des Windes, wird also die Luft um so weniger räumlichen Inhalt haben, je mehr dieselbe erwärmt ist. Ein Gebläse, dessen Effekt beständig gleichbleibend ist, wird daher auch im Winter, oder bei niedrigerer Temperatur, eine weit größere Wirkung hervorzubringen vermögen, als im Sommer, oder bei einer sehr erwärmten Luft. Nach den Untersuchungen der Physiker

beträgt die Ausdehnung der atmosphärischen Luft von 0 bis 100 Gr. der Centesimalscale des Thermometers 0,375 ihres Volumens. Dies giebt für jeden Grad des hunderttheiligen Thermometers eine Ausdehnung von 0,00375 (oder für jeden Grad der Reaumürschen Scale, von 0,004688). Um daher die durch die Rechnung gefundene Luftmenge Q, welche das Gebläse bei einer Temperatur n liefert, auf Luft von der Dichtigkeit = 1 zu reduciren, und sich in der Wirksamkeit des Gebläses bei hohen Temperaturen nicht zu täuschen, muß das durch Beobachtung und Berechnung gefundene Q, mit $\frac{1}{1 \pm n . 0,00375}$ oder mit $\frac{1}{1 \pm n . 0,004688}$ multiplicirt werden, je nachdem n die Grade der Lufttemperatur nach der Centesimal oder nach der Reaumürschen Thermometerscale ausdrückt. Wenn z. B. ein Gebläse in jeder Minute 2000 Kubikf. Luft von atmosphärischer Dichtigkeit liefert, so würden diese nur bei der Temperatur = 0 den Werth von 2000 Kubikf. Luft von der Dichtigkeit = 1 haben. Bei einer Wärme von 20 Gr. Cent. würden sie seyn $\frac{2000}{1 + 20 . 0,00375} =$ 1860,4 Kubikfuß von der Dichtigkeit = 1; bei einer Kälte von 15 Gr. Centes. würden sie dagegen $\frac{2000}{1 - 15 . 0,00375} =$ 2119 Kubikf. Luft von der Dichtigkeit = 1 gleich zu setzen seyn. Ein Gebläse, welches, bei gleich bleibendem Effekt, in der Minute 2000 Kubikf. Luft von atmosphärischer Dichtigkeit liefert, wird also in der Wirklichkeit 258,6 Kubf. Luft von der Dichtigkeit = 1, im Winter, bei einer Temperatur von — 15 Gr. Cent. mehr liefern, als im Sommer, bei einer Temperatur von + 20 Gr. Cent. Man wird daher bei warmer Witterung den Effekt des Gebläses verhältnißmäßig verstärken müssen, um mit demselben gleiche Wirkungen, wie bei den niedrigen Temperaturen, hervorzubringen. Bei klei-

nen Gebläsen, welche nur einige hundert Kubikf. Luft in der Minute liefern, ist der Einfluß des verminderten Barometerstandes und der größeren Wärme, auf die Wirksamkeit der Gebläse nicht sehr zu bemerken; aber bei großen Gebläsen wird sich die Wirksamkeit derselben, bei einem in der That gleich bleibenden Effekt, nach dem verschiedenen Zustande der Atmosphäre, sehr auffallend verändern.

In den mehrsten Fällen wird es schon genügen, nur die Rectifikationen für die verschiedenen Barometer- und Thermometerstände vorzunehmen, und den Einfluß, welchen die hygrometrische Beschaffenheit der Luft auf ihr räumliches Verhältniß hat, so lange auf sich beruhen zu lassen, bis ein zuverläßiges Gesetz aufgefunden worden ist. Hr. G. G. Schmidt hat viele sorgfältige Versuche über den Einfluß angestellt, den der Feuchtigkeitszustand der Luft auf das räumliche Verhältniß derselben äußert (Gren's Neues Journ. d. Phys. IV. 320). Im Allgemeinen haben jene Versuche ergeben, daß die feuchte Luft, bei dem gewöhnlichen Grade der Temperatur (bis zu 30 Gr. Reaum.) keinen bedeutend größeren Raum einnimmt, als die trockne Luft, daß die Ausdehnung aber im Verhältniß der zunehmenden Feuchtigkeit ebenfalls zunimmt. Der Uebersicht wegen stehe hier folgende, von Hrn. Schmidt berechnete Tabelle:

Grade d. Reaumür:schen Thermometers	Grade des hunderttheiligen Hygrometers					
	10	20	40	60	80	100
	Volumen derselben Luftmasse					
0°	1,0000000	1,0000000	1,0000000	1,0000000	1,0000000	1,0000000
5°	1,0225607	1,0227839	1,0232303	1,0236767	1,0241231	1,0245696
10°	1,0453911	1,0461072	1,0475394	1,0489716	1,0504038	1,0518360
15°	1,0683482	1,06968[illegible]9	1,0723553	1,0750267	1,0776981	1,0803695
20°	1,0915171	1,0938843	1,0994186	1,1029529	1,1074872	1,1120215
25°	1,1152503	1,1188132	1,1259389	1,1330646	1,1401903	1,1473161
30°	1,1392964	1,1445678	1,1551127	1,1656536	1,1761964	1,1867393

Bei der Fundamental-Formel $Q = a\,v$, würde die Correktion für den jedesmaligen Barometer- und Thermometerstand ganz genügend erscheinen, um den Werth von Q richtig zu erhalten, wenn die Beschaffenheit der Ausströmöffnung ohne allen Einfluß auf v wäre. Das ist aber nicht der Fall, sondern der Windstral leidet eine Zusammenziehung, welche von der Adhäsion der Luft an den Seitenwänden, von der Gestalt der Ausströmöffnung und von ihrer Größe abhängig ist. Wenn v die nach h berechnete Geschwindigkeit, v' aber die wirkliche Geschwindigkeit der ausströmenden Luft bezeichnet; so ist, nach den Versuchen des Hrn. Schmidt (Gilbert, Annal. d. Phys. 1824. VI. 39):

$v' = 0{,}52\,v$, wenn die Luft durch eine Oeffnung in einer dünnen Platte ausströmt.

$v' = 0{,}56 \cdot v$ bis $0{,}69 \cdot v$, wenn die Luft durch eine cylindrische Ansatzröhre ausströmt. Geringere Druckhöhen und längere Ansatzröhren geben kleinere Coefficienten, als größere Druckhöhen und kürzere Ansatzröhren.

$v' = 0{,}70$ bis $074 \cdot v$, für konische Ansatzröhren, wenn die enge Oeffnung nach außen gekehrt ist.

$v' = 0{,}83$ bis $0{,}88 . v$, für konische Ansatzröhren, wenn die weite Oeffnung nach außen gekehrt ist.

Bei dem Ausströmen des Windes aus den Düsen tritt der dritte Fall ein, nämlich das Ausströmen aus konischen Ansatzröhren, deren enge Oeffnung nach außen gekehrt ist. Die Formel $Q = a\,v$ würde also den Berichtigungs-Koefficienten 0,70 bis 0,74 erhalten müssen, so daß der Werth von v, folglich auch von Q um mehr als um den vierten Theil kleiner wird, als ihn die Berechnung aus dem beobachteten h ergiebt. Indeß haben die Versuche des Hrn. Schmidt nur bei geringen Pressungen oder Druckhöhen angestellt werden können. Es ist daher noch zu prüfen, ob sich der Widerstands-Koefficient bei stärkeren Pressungen nicht vermindert, folglich der Rectifikations-Faktor nicht vielleicht bedeutend größer als 0,74 ausfallen dürfte. Dies ist aber sehr wahrscheinlich, wie sich aus der Berechnung der Windmenge ergiebt, welche man von guten eisernen Cylindergebläsen erhält (Archiv f. Bergbau IX. 451). Auch die Versuche des Hrn. D'Aubuisson lassen einen solchen Erfolg erwarten. Derselbe fand nämlich:

$v' = 0{,}65 . v$, für das Ausströmen der Luft aus kleinen Oeffnungen in einer dünnen Platte.

$v' = 0{,}93 . v$, für kurze cylindrische Ansatzröhren.

$v' = 0{,}95 . v$, für kurze konische Ansatzröhren.

Aber Hr. D'Aubuisson fand auch zugleich, daß die Länge des Ansatzrohres einen höchst bedeutenden Einfluß auf die Größe des Koefficienten habe. Bei den Versuchen, welche mit einem cylindrischen Ansatzrohr gemacht wurden, ergab sich die Größe des Koefficienten:

bei einer 0,022 Meter langen Ansatzröhre, zu 92,7
— — 0,045 — — — — 92,4
— — 0,160 — — — — 83,2
— — 0,325 — — — — 73,8

Diese Abnahme des Koefficienten mit der zunehmenden

Länge des Ansatzrohrs ist unerwartet groß. Hr. D'Aubuisson bestimmt, nach den Resultaten seiner Versuche, die Größe von $v' = \frac{v.d}{0,0241 + d}$; in welcher Formel v' die wirkliche, v die durch die Größe von h berechnete Geschwindigkeit der ausströmenden Luft, l die Länge des Ansatzrohrs, und d den Durchmesser der Ausströmöffnung bedeuten. Für die praktische Anwendung, nämlich für den Gebrauch der konischen Düsen, glaubt Hr. D'Aubuisson den Koefficienten 0,94 annehmen, also $v' = 0,94 . v$ setzen zu können, so daß etwa 6 Procent Wind weniger durch die Düsen strömt, als sich aus der Berechnung nach der Formel v ergeben würde. Diese Annahme kann indeß nur als solche gelten und dazu dienen, die wirkliche Geschwindigkeit annähernd richtig zu bestimmen. Der Werth von $Q = av$ wird daher, auch nach allen diesen Rectifikationen, nicht als ein absolut richtiger, sondern nur als ein der Wirklichkeit sich nähernder Werth betrachtet werden können.

Ein anderer Umstand, der auf die Bestimmung des Werthes von v, durch die unmittelbare Beobachtung von h, einen sehr wesentlichen Einfluß äußert, ist die Länge und Weite der Windleitungsröhren. Die Größe von h wird, unmittelbar bei den Auslaßventilen der Cylinder, Kasten u. s. f. beobachtet, bedeutend größer seyn, als wenn die Beobachtung in der Nähe der Düse, oder der Ausströmöffnung angestellt wird, und man würde h, folglich auch v und Q sehr unrichtig bestimmen, also den Effekt des Gebläses ansehnlich zu groß finden, wenn man die Beobachtungen am Windmesser nicht unmittelbar in der Nähe der Ausströmöffnungen anstellte. Die theoretischen Untersuchungen ergeben, daß der Widerstand, den die Luft in den Windleitungsröhren erleidet, im graden Verhältniß mit der Länge der Leitung, im umgekehrten Verhältniß mit der Größe des Durchmessers der Leitungsröhren, im gra-

den Verhältniß mit dem Quadrat der Geschwindigkeit der Luft, und im umgekehrten Verhältniß mit der Kubikwurzel der Dichtigkeit der Luft, stehen müsse. Die wenigen bisher angestellten Versuche scheinen diesen Erfolg zu bestätigen, allein es hat noch nicht gelingen wollen, den Widerstands-Koefficienten zu bestimmen. Um daher die aus dem Widerstand der Röhrenleitungen entspringenden Fehler in der Berechnung des Werthes von v zu vermeiden, bleibt vor der Hand nichts weiter übrig, als die Größe von h der Ausströmöffnung möglichst nahe aufzusuchen. Die Versuche des Hrn. D'Aubuisson zur Ausmittelung der Größe jenes Widerstandes (Annales des mines 1828. III. 367, und Archiv f. Bergbau XIX. 518) haben außerdem gezeigt, daß der Widerstand, den die Biegungen in den Windleitungsröhren veranlassen, ziemlich mit dem Quadrat des Sinus des Reflektionswinkels im Verhältniß steht; sie haben aber auch das unerklärbare Resultat gegeben, daß der Widerstand mit der Anzahl der Biegungen nicht im Verhältniß steht, sondern geringer ist.

Unter übrigens gleichen Umständen wird das Gebläse den größten Effekt zeigen müssen, dessen Maschinerie mit der geringsten Kraftanwendung in Bewegung gesetzt werden kann, oder bei welchem die Friktion am geringsten ist. Man pflegt den Krafteffekt eines Gebläses wohl durch das Produkt der Wassermenge (in Kubikfußen ausgedrückt) mit der Höhe des Gefälles (in Fußen ausgedrückt) zu bezeichnen, und sieht als Lasteffekt das Produkt an, welches aus der, in derselben Zeit (in einer Minute) gelieferten Windmenge (ebenfalls in Kubikfußen ausgedrückt) von atmosphärischer Dichtigkeit, mit der Höhe der Wassersäule (h), welche der verdichteten Luft das Gleichgewicht hält, erhalten wird. Dies ist allerdings eine sehr willkührliche Annahme, indeß erhält man dadurch einen Maaßstab zur Vergleichung des Effekts der verschiedenen Gebläse, wobei jedoch wohl zu bestimmen ist, ob man unter Last-

effekt die aus dem Produkt des kubischen Inhaltes der Gebläsevorrichtungen mit der Anzahl der Kolbenhübe hervorgehende Quantität Luft von atmosphärischer Dichtigkeit, oder die durch Bestimmung des Werthes von v berechnete Windmenge, also den eigentlichen Nutzeffekt des Gebläses versteht. Dieser Nutzeffekt läßt sich aber bis jetzt noch gar nicht genau bestimmen, weshalb es, um richtige Vergleichungen anzustellen, nöthig ist, den Berichtigungs-Koefficienten in der Formel $Q = a\,v$ ganz wegzulassen und $Q\,h$ (oder $60.a.v.h$) mit dem Krafteffekt, welcher durch $k\,l$ ausgedrückt wird, wobei k die Menge von Kubikfußen Wasser in einer Minute, und l die Höhe des Gefälles bezeichnen, zu vergleichen. Es ist einleuchtend, daß $Q\,h$ jederzeit $= \frac{1}{n} k\,l$, und daß dasjenige Gebläse das wirksamste seyn wird, bei welchen n am kleinsten, also $\frac{1}{n}$ am größten wird. $\frac{Q\,h}{k\,l}$ ist also ein willkührlicher, ganz allgemeiner Ausdruck für den Effekt eines Gebläses, durch welchen der Nutzeffekt sogleich nach Procenten des Krafteffektes erhalten wird. Die Bestimmung der Größe von k ist sehr schwierig und der Divisor $k\,l$ wird daher durch bloße Berechnung, ohne wirkliche Messung, schwerlich ganz genau festgestellt werden können. Noch schwieriger ist die Bestimmung von Q, wozu noch der Umstand tritt, daß sich der Nutzeffekt eines Gebläses, bei ganz gleich bleibendem Krafteffekt, verändern kann, wenn a einen anderen Werth erhält. Der letzte Umstand würde indeß nur auf die Bestimmung des Maximums des Nutzeffektes eines und desselben Gebläses, Einfluß haben. Hölzerne Kastengebläse dürften einen Effekt von 25 Procent, d. h. $\frac{Q\,h}{k\,l} = 25$, wohl nicht übersteigen, häufig nicht einmal erreichen. Aber auch die eisernen Cylindergebläse, bei denen $\frac{Q\,h}{k\,l} = 50$ gefunden wird, würden schon als sehr gute Gebläse anerkannt werden müssen.

Man hat hin und wieder Berechnungen angestellt, um die Luftmenge zu bestimmen, welche erforderlich ist, um in einer gewissen Zeit eine gewisse Quantität Kohlen in den Schachtöfen zu verbrennen, und auf solche Berechnungen einigen Werth gelegt, um die Größe des Gebläses für jeden Fall zu ermitteln. Diese Berechnungen dienen aber bloß zur Befriedigung der Neugierde und haben durchaus keinen praktischen Nutzen, weil ihnen keine einzige zuverläßige Bestimmung zum Grunde liegt. Man nimmt ganz irrthümlich dabei an, daß sich beim Verbrennen der Kohle kohlensaures Gas erzeugt, man läßt den Sauerstoffgehalt der Erze unberücksichtigt, man kennt mit Zuverläßigkeit nicht einmal das Gewicht der Kohle, welche in einer gewissen Zeit verbrannt wird. Es würde daher überflüssig seyn, auf solche Berechnungen hier näher einzugehen.

Siebente Abtheilung.

Die Schmelzöfen und die Schmelzarbeit.

Ganz übereinstimmend mit dem Zweck der Erzprobe, soll durch die metallurgischen Operationen die Ausscheidung des Metalles aus seinen Erzen im Großen bewerkstelligt werden. Bei der Erzprobe bediente man sich der Gefäßöfen und solcher Zuschläge, wodurch das ausgeschiedene Metall vollständig gesammelt, aber auch die Ausscheidung selbst so vollkommen als es auf dem trocknen Wege möglich ist, bewirkt werden konnte. Bei den metallurgischen Operationen im Großen lassen sich solche Zuschläge nur selten anwenden, weil die Kosten derselben durch den Werth des ausgeschiedenen Metalles nicht gedeckt seyn würden. Eben diese nothwendigen ökonomischen Rücksichten sind es auch, aus welchen man die Gefäßöfen möglichst vermeidet und ihre Anwendung mehrentheils nur auf diejenigen Fälle beschränkt, wo die Flüchtigkeit des ausgeschiedenen Metalles besondere Vorrichtungen zum Aufsammeln desselben nothwendig macht. Berücksichtigt man ferner, daß bei der Erzprobe nur kleine Quantitäten Erz und deren Reductions- und Flußmittel auf einander wirken, bei welchen die vollkommenste mechanische Vermengung möglich ist; daß aber

bei den metallurgischen Operationen eine solche genaue Vermengung mehrentheils nur sehr unvollkommen erreicht werden kann; so wird es nicht mehr auffallen, warum der Metallgehalt des Erzes bei der Erzprobe in der Regel vollständiger, als bei den großen metallurgischen Operationen dargestellt werden kann. Die Gefäßöfen würden in vielen Fällen bei den Prozessen im Großen ein vortreffliches Mittel seyn, das ausgeschiedene Metall vollständiger zu sammeln, vorzüglich aber den Metallverlust durch Verflüchtigung zu vermindern; allein ihre Anwendung läßt sich mit den ökonomischen Vortheilen, welche durch die Metallgewinnung erreicht werden sollen, nicht vereinigen, indem die Gefäße selbst die Kosten vermehren, besonders aber einen ungleich größeren Aufwand an Zeit und an Brennmaterial herbeiführen würden.

Die Beschaffenheit des Erzes, nämlich der Zustand in welchem sich das Metall in dem Erz befindet, so wie die Eigenschaften des darzustellenden Metalles, entscheiden daher über die Wahl der Mittel, welche bei den metallurgischen Operationen in Anwendung kommen müssen. Wenn auf einer Lagerstätte Erze von mehreren Metallen vorkommen; so sucht man gleich bei der Aufbereitung eine mechanische Absonderung der verschiedenartigen Erze zu bewirken, so daß oft nur ein einziges Metall der Gegenstand der metallurgischen Bearbeitung der Erze ist. Andere Metalle, deren Erze nothwendig mit gewonnen werden müssen, und welche sich bei der Aufbereitung nicht absondern lassen, werden in einigen Fällen durch die metallurgischen Operationen entfernt und bleiben von der Gewinnung ganz ausgeschlossen (z. B. Arsenik, Antimon, Eisen u. s. f., bei den Gold- und Silbererzen). Man betrachtet sie, gleich dem tauben Gestein, als eine nicht zu vermeidende Verunreinigung des Erzes, welche nicht selten den Prozeß erschwert und die Kosten erhöhet. In anderen Fällen, — und diese treten fast nur allein bei der Gewinnung des Gol-

des und Silbers aus ihren Erzen ein, — gewinnt man die Metalle aus den verschiedenartigen Erzen gleichzeitig, und bewirkt durch einen zweiten Prozeß die Trennung. Dann dient gewöhnlich das minder kostbare Metall als das Ansammlungs- und zum Theil als das Reductionsmittel für das kostbarere Metall. Bei Erzen, die nur unedle Metalle enthalten, läßt sich eine Scheidung der wirklich schon dargestellten Metalle nicht vornehmen, weil die Kosten mit dem Werth der Metalle nicht im Verhältniß stehen würden. Die Erze müssen daher durch mechanische Aufbereitung gesondert werden, wobei entweder das überwiegende Verhältniß des einen Erzes gegen das andere, oder der Werth des darzustellenden Metalles, über die Benutzung des Erzes auf dieses oder auf jenes Metall entscheiden, und das andere Metall in der Regel als eine zufällige und nicht zu vermeidende Verunreinigung des Erzes betrachtet wird, die man durch den metallurgischen Prozeß fortzuschaffen sucht.

Die Metalle befinden sich in den Erzen entweder im regulinischen Zustande; oder in Verbindung mit Sauerstoff, mit oder ohne Wasser und Säuren; oder in Vereinigung mit Schwefel. Dieser Verbindungszustand, die Eigenschaften des Metalles, so wie die Menge und die Beschaffenheit der Gangart, machen es nothwendig, die metallurgischen Operationen auf verschiedene Weise zu modificiren. Als Gangart betrachtet der Metallurg überhaupt jede fremdartige Beimengung des Erzes, aus welcher sich das Metall, welches den Gegenstand der Gewinnung ausmacht, nicht darstellen läßt. So sind für ihn z. B. die Erze des Eisens, des Antimon, des Arsenik, sehr häufig nur eine Gangart, deren er sich entweder durch eine vorbereitende Arbeit, — durch das Rösten, — zu entledigen, oder welche er als ein die Verschlackung der Erden beförderndes Mittel zu benutzen sucht. Die Möglichkeit, ein Metall aus seinem Erz dadurch darzustellen, daß dieses mit reduciren-

den Mitteln in einer hohen Temperatur behandelt wird, beruht auf der sehr abweichenden Reductionsfähigkeit, welche die verschiedenen Körper zeigen, so wie auf ihrer größeren oder geringeren Geneigtheit, sich im oxydirten Zustande mit der Kieselerde zu vereinigen und Gläser zu bilden, denen man den Namen Schlacken gegeben hat. Durch dies verschiedenartige Verhalten der Körper wird der Metallurg ganz allein in den Stand gesetzt, die Gangarten von den darin befindlichen Metallen, und diese wieder von einander abzuscheiden. Deshalb sucht man bei den metallurgischen Arbeiten die Metalle in dem Erz zuerst in einen oxydirten Zustand zu versetzen, wenn sie sich nicht schon von Natur darin befinden, um die verschiedene Reductions- und Verglasungsfähigkeit als Mittel zur Trennung zu benutzen. Man sucht daher den Schwefel, wenn dieser mit dem Metall in dem Erz verbunden ist, gegen Sauerstoff auszutauschen, wozu die Erhitzung unter Zutritt der atmosphärischen Luft, welche man das Rösten genannt hat, das wohlfeilste Mittel darbietet. Nur in wenigen Fällen benutzt man die größere Verbindungsfähigkeit eines andern Metalles mit dem Schwefel, um das im Erz befindliche Metall von seiner Verbindung mit Schwefel abzuscheiden.

Bei der Verschmelzung der Gold- und Silbererze tritt sehr häufig der Fall ein, welcher bei der Verarbeitung armer Kupfererze zwar ebenfalls, obgleich weniger häufig vorkommt, daß man den Schwefel als ein Ansammlungsmittel für das Metall anwendet, weil dieses in so geringer Menge in dem Haufwerk vorhanden ist, daß es in der großen Schlackenmasse auf eine ganz mechanische Weise verzettelt werden würde. Man bildet dann gewissermaaßen ein neues Erz, nämlich das Schwefelmetall (in der Regel Schwefeleisen, zuweilen mehr oder weniger mit Schwefelkupfer und Schwefelblei vereinigt) worin man den ganzen Metallgehalt des Erzes concentrirt, dessen Darstellung der Zweck der Operation ist. Bei sehr armen Er-

zen wiederholt man diesen Prozeß wohl sogar noch einmal mit dem erhaltenen Schwefelmetall und mit einer neuen Quantität von Erzen, und sucht dann erst den Schwefel zu zerstören, das Metallgemisch zu oxydiren und zuweilen durch einen Zusatz von einem anderen Körper, — von Blel, — ein zweites Ansammlungsmittel sich zu verschaffen, welches das vorher in dem Schwefelmetall angesammelte Metall in sich aufnimmt, wodurch sich eine Metalllegirung bildet, deren Bestandtheile ein sehr verschiedenartiges Verhalten zum Sauerstoff in der Schmelzhitze zeigen und durch eine eigenthümliche Schmelzarbeit, bei welcher der Zutritt der atmosphärischen Luft befördert wird, leicht von einander getrennt werden können.

In anderen Fällen liegt der Schmelzarbeit ein einfacher Desoxydationsprozeß zum Grunde, wobei es nur darauf ankommt, das darzustellende Metall gegen die Verschlackung mit den Bergarten, mit welchen es im Erz gemengt ist, durch zweckmäßige, die Verschlackung der Erden befördernde Zuschläge, zu bewahren. Solche Zuschläge müssen bei allen Schmelzprozessen ohne Unterschied angewendet werden, und von der richtigen Auswahl und Menge dieser Zuschläge, ist der günstige Erfolg der Reduction häufig ganz allein abhängig.

Kommt das Metall im reguliniscchen Zustande in dem Erz vor, so würde es freilich nur einer einfachen Schmelzung zwischen Kohlen zu bedürfen scheinen, um die Oxydation des Erzes zu verhindern und die Verschlackung der Bergart zu bewirken; allein es tritt dann oft der vorhin erwähnte Fall ein, daß das sehr geringe Verhältniß des Metalles zu der Gangart, einen Verlust durch mechanische Verzettelung herbeiführen würde, weshalb Zuschläge gewählt werden müssen, die theils als Ansammlungsmittel für das Metall, theils als Verschlackungsmittel für die Bergart im Erz dienen sollen. — In anderen Fällen benutzt man die Leichtflüssigkeit, entweder des regulinischen (Wismuth), oder des mit Schwefel verbun-

denen Metalles (Antimon), um das Metall oder das Schwefelmetall aus der strengflüssigen Bergart auszusaigern und das von der Bergart befreite Schwefelmetall durch einen zweiten Prozeß von dem Schwefel zu befreien.

Sollen Metalle, die gemeinschaftlich aus einem Erz gewonnen worden sind, von einander geschieden werden, so ist es zuweilen erforderlich, ein drittes Metall hinzuzufügen, also eine Operation vorzunehmen, bei welcher es nur darauf ankommt, die Oxydation der Metalle zu verhindern. In anderen Fällen macht man aber von der Eigenschaft der edlen Metalle, der Oxydation in der Schmelzhitze zu widerstehen, mit Vortheil Gebrauch, um die unedlen Metalle von den edlen abzusondern.

Alle Schmelzarbeiten, welche bei den metallurgischen Operationen vorkommen, würde man daher nach den dadurch zu erreichenden Zwecken, in fünf Arten eintheilen können. Die erste Art ist das separirende Schmelzen, wohin theils die Aussaigerung gehört, theils die Bildung eines Schwefelmetalles (Stein, Rohstein, Lech) oder eines Arsenikmetalles (Speise), um dadurch ein neues Erz zu bilden, welches das darzustellende Metall in einem mehr concentrirten Zustande enthält, wie es in dem Erz befindlich ist, indem die Bergart durch Verschlackung abgesondert wird. Die zweite Art ist das bloße Umschmelzen z. B. des Roheisens, oder auch des silberhaltigen Kupfers mit Blei. Die dritte Art ist das desoxydirende oder das reducirende Schmelzen; die vierte Art das oxydirende Schmelzen (die Treibarbeit, die Eisenfrischarbeit im Flammenofen) und die fünfte Art das Niederschlagsschmelzen, oder die Zerlegung eines Schwefelmetalles durch ein anderes Metall, oder durch irgend einen anderen Körper. Je nachdem das darzustellende Metall mehr oder weniger feuerbeständig ist, würden auch die Vorrichtungen zum Auffangen des reducirten oder überhaupt des ausgeschiedenen Metalles, verschieden ge-

wählt werden müssen. Solche Eintheilungen sind indeß ohne Nutzen und mit Strenge gar nicht durchzuführen, indem z. B. reducirende und niederschlagende, oder separirende und reducirende Schmelzoperationen häufig gleichzeitig ausgeübt werden, so daß der Schmelzprozeß mit demselben Recht mit diesem oder mit jenem Namen belegt werden würde.

Dagegen wird es wesentlich auf die Einrichtung der Oefen ankommen, deren man sich zu den verschiedenen Schmelzprozessen bedient. Es ist einleuchtend, daß man bei reducirenden Schmelzungen auf ganz andere Weise verfahren muß, als bei oxydirenden, indem bei den ersteren die Gegenwart der Kohle, bei den letzteren die Abwesenheit derselben, eine Bedingung zum Gelingen des Prozesses ist. Nächst der für jede Operation zu wählenden zweckmäßigen Einrichtung der Oefen, ist es nothwendig, die Wahl und Wirkung der Zuschläge, so wie das Verfahren zu kennen, welchem die mit den Zuschlägen gemengten Erze in den verschiedenen Oefen unterworfen werden müssen. Das Metall läßt sich nicht immer gleich bei der ersten Operation darstellen, sondern es wird zuweilen bei dem ersten Prozeß nur in Verbindung mit Schwefel, oder in Vereinigung mit einem anderen Metall, gewonnen, und es sind mehrere Arbeiten erforderlich, um es rein und von anderen Körpern abgesondert zu erhalten. Es entstehen ferner Schmelzprodukte, die noch einen Theil des Metalles enthalten und welche daher wieder zur Benutzung kommen müssen (Halbprodukte, Zwischenprodukte, Abgänge); oder es wird ein Theil des Erzes oder des Metalles durch den Luftstrom fortgeführt (Fluggestübbe) und muß zur weiteren Benutzung aufgesammelt werden.

Ein ganz besonderer Theil der Metallurgie ist die Amalgamation der Gold- und Silbererze. Ehe dieselbe in Europa die Wichtigkeit erlangt hatte, welche ihr gebührt, und welche sie sich hoffentlich in einer noch größeren Ausdehnung immer

mehr verschaffen wird; betrachtete man Metallurgie und Schmelzkunst als gleichartige Begriffe, weil alle Metalle nur durch Schmelzung, oder überhaupt durch die Behandlung der Erze in der Schmelzhitze dargestellt wurden. Weil sich indeß der Prozeß der Amalgamation bloß auf die Behandlung der Gold- und Silbererze beschränkt, so wird die nähere Betrachtung der dazu erforderlichen Vorrichtungen, so wie der Amalgamationsarbeiten selbst, bei der speciellen Metallurgie des Silbers am zweckmäßigsten vorgetragen werden können.

Die Röstarbeit hingegen, nämlich das Behandeln des Erzes in der Glühhitze, unter Zutritt der atmosphärischen Luft, ist eine metallurgische Operation, welche sowohl bei dem Schmelz- als bei dem Amalgamationsprozeß als eine wesentliche Vorarbeit für die Darstellung der Metalle betrachtet werden muß, weshalb die näheren Untersuchungen über die Röstarbeit, der Metallurgie im Allgemeinen angehören und daher auch von der speciellen Metallurgie der einzelnen Metalle getrennt bleiben können.

Die Benutzung eines Erzes auf das darin befindliche Metall nennt man in Deutschland das Zugutemachen des Erzes, und den Inbegriff der Mittel, durch welche diese Benutzung bewerkstelligt wird, die Zugutemachungsmethode. Das aus den Erzen ausgeschiedene oder dargestellte Metall, pflegt man das Ausgebrachte zu nennen; häufiger versteht man aber unter Ausbringen die Quantität des durch die Zugutemachungsmethode dargestellten im Erz befindlich gewesenen Metalles. Die Gränzen der Metallurgie (in Deutschland auch Hüttenwesen oder Hüttenkunde genannt) lassen sich mit Bestimmtheit nicht angeben. Mit der Darstellung des Metalles aus dem Erz, scheint die Metallurgie ihren Zweck erfüllt zu haben und die weitere Benutzung des gewonnenen Metalles scheint nicht mehr ein Gegenstand für die Metallurgie, sondern für die metallurgische Technologie zu

seyn. Allein diese Bestimmung der Gränzen ist in einem gewissen Sinne ganz willkührlich. Das silberhaltige Blei, oder das silberhaltige Kupfer, welches in manchen Fällen das Resultat des metallurgischen Prozesses ist, beschließt noch nicht die Reihe der metallurgischen Operationen, welche mit dem Erz vorgenommen werden, indem die Scheidung des edlen Metalles von dem unedlen in das Gebiet der Metallurgie gehört. Mit der Darstellung des Roheisens hat die metallurgische Behandlung der Eisenerze noch nicht ihr Ende erreicht, sondern die Umänderung des Roheisens in Stabeisen macht einen sehr wichtigen Theil der Metallurgie des Eisens aus. Die Bereitung des rothen und des gelben Arsenik pflegt man noch als einen Gegenstand für die metallurgischen Operationen zu betrachten, auch die Bereitung des Messing noch mit in das Gebiet der Metallurgie zu ziehen, so wie die Anfertigung der Bleche, Dräthe u. s. f. aus Eisen, Kupfer und Messing, häufig als Gegenstände für die Metallurgie anzusehen. Käme es darauf an, die Gränze zwischen Metallurgie und Technologie sehr scharf zu ziehen, so würde sie sich in der Art bestimmen lassen, daß alle Operationen die eine Trennung des Verbundenen zur Folge haben, zur Metallurgie, alle Operationen hingegen die eine Verbindung, oder eine Legirung bezwecken, oder welche bloß auf eine Aenderung der Form und nicht der Mischung gerichtet sind, zur metallurgischen Technologie zu zählen sind.

Von den Oefen zur Verarbeitung der Erze im Allgemeinen.

Es ist schon erwähnt, daß man unter einem Ofen im Allgemeinen, jeden durch feuerbeständige Steine eingeschlossenen und begränzten Raum versteht, in welchem das Erz oder ein Hüttenprodukt einer durch Brennmaterialien künstlich hervorgebrachten erhöheten Temperatur ausgesetzt wird. Je nach-

dem das Verbrennen des Brennmaterials durch natürlichen Luftzug, oder durch ein Gebläse unterhalten wird, kann man Zugöfen und Gebläseöfen unterscheiden, obgleich durch diesen Unterschied der wesentliche Charakter eines Ofens nicht bestimmt werden kann. Die Eintheilung der verschiedenen, bei den metallurgischen Prozessen anzuwendenden Oefen, läßt sich am zweckmäßigsten nach der Art und Weise vornehmen, wie das Erz der Einwirkung des Brennmaterials ausgesetzt wird. In einigen Fällen ist es nothwendig, in anderen wenigstens nicht nachtheilig, wenn Erz und Brennmaterial sich in unmittelbarer Berührung mit einander befinden; in anderen Fällen würde diese unmittelbare Berührung nachtheilig seyn, weil das Brennmaterial eine Reduction bewirkt, welche entweder gar nicht statt finden, oder durch die Einwirkung der Zuschläge, oder der sich bildenden Verbindungen, in der erhöheten Temperatur, und nicht durch die Kohle herbeigeführt werden soll. Man bedient sich alsdann der Flamme, oder der brennenden und bis zum Glühen erhitzten Gasarten, um die Schmelzhitze oder jeden anderen angemessenen Grad der Temperatur hervorzubringen. In noch anderen Fällen gestattet es die Beschaffenheit des abzuscheidenden oder des darzustellenden Körpers nicht, ihn der unmittelbaren Berührung mit dem Brennmaterial, oder auch der Einwirkung der Flamme desselben auszusetzen; sondern man ist genöthigt, das Erz u. s. f. in Gefäßen eingeschlossen zu erhitzen, und diese entweder unmittelbar mit dem Brennmaterial oder mit der Flamme desselben zu umgeben. Es ergeben sich aus diesen drei verschiedenen Arten der Einwirkung des verbrennenden Brennmaterials auf das Erz u. s. f., eben so viele große Hauptabtheilungen, unter welche sich alle jetzt gebräuchlichen Oefen bringen lassen, und diese sind, nach den angegebenen Bestimmungen, die Schachtöfen, die Flammenöfen und die Gefäßöfen.

Die Gefäßöfen können, wie schon bemerkt worden, Schacht-

öfen oder Flammenöfen, sie können Zugöfen oder Gebläseöfen seyn. Die innere Einrichtung dieser Oefen hängt theils von der Gestalt der Gefäße ab, welche für jeden bestimmten Fall die zweckmäßigste zu seyn scheint, theils von der Art, wie man die Gefäße durch das Brennmaterial mit dem größten ökonomischen Vortheil erhitzen zu können glaubt. Es wird von den Gefäßöfen bei den einzelnen Metallen die Rede seyn, deren Erze in Gefäßöfen behandelt werden müssen, weil die Einrichtung derselben immer nur speciell von den Eigenschaften des einzelnen Metalles abhängt, welches man darstellen will, und weil keine allgemeine Uebereinstimmung zwischen den verschiedenen Gefäßöfen, deren man sich zu bedienen pflegt, statt findet.

Auch die Schachtöfen und die Flammenöfen weichen in ihren inneren Einrichtungen oft sehr bedeutend ab, und werden daher bei den einzelnen Metallen näher zu betrachten seyn; allein es findet bei ihnen doch eine gewisse allgemeine Uebereinstimmung in der Construktion statt, welche bei allen Schachtöfen und bei allen Flammenöfen angetroffen wird, weshalb diejenigen Einrichtungen, welche alle Schachtöfen, so wie alle Flammenöfen mit einander gemein haben, hier näher erörtert werden sollen.

1. Der Schachtofen.

Der wesentliche Theil eines Schachtofens besteht aus einem durch das äußere Mauerwerk gebildeten hohlen Raum, welchen man den Schacht nennt, in welchem abwechselnde Schichten von Brennmaterial und von Erz in demselben Verhältniß niedersinken, als das Brennmaterial durch die Einwirkung der atmosphärischen Luft verzehrt und das Erz, durch die aus dem Brennmaterial entwickelte Hitze geschmolzen wird. Weil man in früheren Zeiten nur Schachtöfen und keine Flammenöfen kannte, so nennt man die ersteren zuweilen auch wohl

Schmelzöfen, obgleich dieser Begriff zu allgemein und jene Benennung auf alle Oefen anzuwenden ist, in welchen Erz u. s. f. in den flüssigen Zustand gebracht wird. Als Brennmaterial für die Schachtöfen wendet man gewöhnlich die Kohle an, sie sey aus Holz oder aus Steinkohle dargestellt. Ein nicht verkohltes Brennmaterial würde einen Theil der in den Schacht geleiteten atmosphärischen Luft für die Verkohlung absorbiren, auch würde in hohen Schächten, in welchen die Schmelzsäule einen starken Druck ausübt, und die Schichten sehr dicht liegen, gar nicht eher eine Verkohlung statt finden, als bis die Schichten schon sehr weit niedergesunken sind, wodurch der regelmäßige Erfolg der Reduction und Schmelzung, wegen der in großer Menge sich entbindenden Gasarten, sehr gestört werden würde. Daher wird ein nicht verkohltes Brennmaterial nur bei sehr niedrigen Schächten, und überhaupt nur bei einem solchen Brennmaterial anwendbar seyn, welches bei der Verkohlung wenig Wasser, Oel, Gasarten u. s. f. entwickelt. Aber auch selbst dann bedient man sich gewöhnlich des verkohlten Brennmaterials, um nicht von der zufällig schneller oder langsamer fortschreitenden Verkohlung des letzteren abhängig zu seyn und das regelmäßige Niedergehen der Schichten zu stöhren.

Die zum Verbrennen der Kohle erforderliche Luft, läßt sich entweder durch Gebläse, oder, auf eine ganz einfache Weise, durch Zugöffnungen herbeiführen, die in dem Mauerwerk angebracht sind, welches den Schacht umgiebt und bildet. Beispiele von solchen Einrichtungen der Schachtöfen, sind schon im ersten und zweiten Abschnitt mitgetheilt worden. Sie bezeichnen wahrscheinlich das älteste Verfahren, welches man bei dem Schmelzen in Schachtöfen anwendete. Diese Art der Zuführung der Luft ist indeß bei Schachtöfen, welche als Schmelzöfen dienen sollen und bei denen nicht etwa ein bloßes Glühen des Erzes bezweckt wird, so mangelhaft und unvollkom-

men, daß man sie nur in den Gegenden antrifft, wo sich die Metallurgie noch von dem ursprünglichen Zustande nicht entfernt hat, in welchem sie von unsern Voreltern ausgeübt worden ist. Ein regelmäßiges Niedersinken der Schichten läßt sich nur durch ein regelmäßiges Zuströmen der atmosphärischen Luft bewerkstelligen. Zu einem vortheilhaften Gange eines Schachtofens ist es aber erforderlich, die durch das Verbrennen der Kohle sich entwickelnde Hitze möglichst vollständig zu benutzen. Dies kann nur dadurch geschehen, daß die Schichten in dem Verhältniß wie sie niedersinken einer immer stärkeren Hitze ausgesetzt werden. Die Construktion eines Schachtofens bringt es mit sich, daß die Schichten bis zu dem tiefsten Punkt des Schachtes niedergehen müssen, indem sich die geschmolzene Masse dort ansammeln soll. Fände daher in allen Höhen des Schachtes eine gleich starke Hitze dadurch statt, daß die atmosphärische Luft in diesen verschiedenen Höhen einen gleich starken Zutritt zu der Kohle erhält; so würde offenbar ein Theil der Hitze ganz unbenutzt, und die geschmolzene Masse, in der oberen Höhe des Schachtes, der Schmelzhitze unnöthig so lange ausgesetzt bleiben, bis sie endlich den tiefsten Punkt des Schachtes erreicht hat. Man hat daher bei allen Schachtöfen die Einrichtung getroffen, daß die in den Gebläsen aufgefangene, verdichtete und den Oefen durch einen besonderen Canal, oder durch die Form zugeführte atmosphärische Luft, in der unteren Höhe des Schachtes in denselben einströmt. Die größte Hitze muß natürlich auf dem Punkt entwickelt werden, wo die Verbrennung mit der größten Lebhaftigkeit statt findet, und dies ist der Fall in der Höhe der Form, oder unmittelbar über derselben. Von der Form nach oben nimmt die Hitze verhältnißmäßig ab, so daß die obersten Schichten am wenigsten stark erhitzt werden. Den Raum unter der Form, nämlich von der Form bis zum tiefsten Punkt des Schachtes, nimmt die niedergeschmolzene Masse ein, so

daß dort kein Verbrennen, also auch keine Hitzentwickelung weiter statt finden kann. Die Höhe dieses Raumes ist aber so unbedeutend, daß die schon geschmolzene Masse durch die vor der Form sich entwickelnde Hitze in dem flüssigen Zustande erhalten wird. Hat sich die geschmolzene Masse so sehr angesammelt, daß sie entweder bis zur Formöffnung in die Höhe gestiegen ist, oder daß sie aus anderen Gründen lästig wird; so müssen Anstalten getroffen werden, sie zu entfernen, wenn sie nicht etwa, durch besondere Einrichtungen, in demselben Augenblick aus dem Schacht des Ofens rinnt, als sie den tiefsten Punkt des Schachtes erreicht hat.

Aus dieser ganz allgemeinen Einrichtung, welche bei allen Schachtöfen angetroffen wird, ergiebt sich, daß man die Temperatur im Schachte, von der Form bis zur obersten Mündung des Schachtes, nach Belieben vermindern oder verstärken kann, je nachdem man die Kohlenschichten mit mehr oder mit weniger Erz u. s. f. belastet. Sinkt die Temperatur bis zu einer gewissen Gränze hinab, so wird der verlangte flüssige Zustand der Masse nicht mehr herbeigeführt werden können; steigt die Temperatur zu sehr, so wird das Brennmaterial nicht vortheilhaft benutzt werden, weil es mehr leisten kann, als man fordert. Im ersten Fall wird also das Verhältniß des Erzes ꝛc. zu den Kohlen vermindert werden müssen; im letzten Fall wird man es vergrößern können. Das Brennmaterial wird aber dann den größten Effekt leisten, wenn es in dem geringsten Verhältniß zu dem Erz angewendet werden darf, um noch diejenige Temperatur hervorzubringen, welche für jeden Prozeß erforderlich ist. Die Mittel dazu sind theils in der Zusammensetzung der in Fluß zu bringenden Masse, theils in der Construktion des Schachtes, theils in einigen anderen, später zu erörternden Umständen zu suchen.

Jeder Schachtofen muß wenigstens drei Oeffnungen haben. Eine, durch welche die Schichten von Brennmaterial

und von Erz in den Schacht gebracht werden; eine zweite, durch welche die atmosphärische Luft in den Ofen gelangt, und eine dritte, durch welche die geschmolzene Masse aus dem Ofen entfernt oder abgelassen wird. Die erste Oeffnung, welche bei allen Schachtöfen die oberste Mündung des Schachtes bildet, heißt die Gicht; die zweite, wie schon erwähnt worden, die Formöffnung, und die dritte, je nachdem sie offen oder verschlossen ist, das Auge oder der Stich. Den tiefsten Punkt, oder die Grundfläche des Schachtes nennt man den Heerd oder den Tiegel, zuweilen auch den Sumpf. Auge und Stich sind an der tiefsten Stelle des Heerdes oder des Tiegels angebracht, damit von der flüssigen Masse in dem Schachtraum nichts zurück bleibt.

Die Gestalt der Schächte hat man auf sehr verschiedene Weise abgeändert und es giebt kaum eine Gestalt, die man nicht schon in Anwendung gebracht hätte. Man hat cylindrische, kegelförmige, umgekehrt kegelförmige, prismatische, pyramidale Schächte gewählt; man hat den Querschnitt des Schachtes als einen Kreis, als Ellipse, als ein Hufeisen, als Quadrat, als ein Oblongum, als ein Achteck construirt, und sich von einer jeden von diesen Gestalten einen besonders günstigen Erfolg versprochen, auch wohl geglaubt denselben wirklich erhalten zu haben. Es wird davon später die Rede seyn. — Aber auch die Höhe der Schächte ist auf verschiedene Weise abgeändert worden. Man unterscheidet Hohöfen, Halbhohöfen und Krummöfen, ohne daß jedoch eine bestimmte Höhe der Schächte mit diesen Benennungen verknüpft wäre. Die älteren Metallurgen nannten eigentlich Krummöfen diejenigen Schachtöfen, bei welchen ein gewisses Verfahren beim Ablassen der geschmolzenen Masse aus dem Heerde angewendet ward (Sumpföfen mit Stichheerd); allein in diesem Sinne wird die Benennung Krummofen jetzt nicht mehr gebraucht, sondern man bezieht dieselbe nur auf die Höhe

des Schachtes, weil sich jenes Verfahren eben so gut bei den Hohöfen und bei den Halbhohöfen, als bei den Krummöfen anwenden läßt. Jetzt pflegt man diejenigen Schachtöfen noch Krummöfen zu nennen, bei welchen die Schichten von Erz und Brennmaterial durch den Arbeiter unmittelbar in den Ofen geschüttet werden können, ohne daß künstliche Vorrichtungen erforderlich sind, um zu der Gicht des Ofens zu gelangen. Daher würden 4—5 Fuß hohe Schachtöfen Krummöfen zu nennen seyn. Schwankender ist die Gränze zwischen Halbhohöfen und Hohöfen. Es ist ganz unwesentlich, einen solchen Unterschied zu machen, welcher erst entstanden ist, als man die Krummöfen, — die älteste Art der Schachtöfen, — nach und nach zu erhöhen anfing. Soll ein solcher Unterschied ferner noch bestehen, so würde es nöthig seyn, eine bestimmte Höhe als die Gränze festzustellen und z. B. anzunehmen daß Schachtöfen, deren Schächte 5 — 10 Fuß hoch sind, Halbhohöfen, diejenigen Schachtöfen aber Hohöfen genannt werden sollen, deren Schächte die Höhe von 10 Fuß übersteigen. Die Hohöfen hat man in der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts, besonders für die Hohöfen zum Eisenerzschmelzen, sehr erhöhet, um die durch das Verbrennen der Kohlen sich entwickelnde Hitze vollständiger zu benutzen. Die Größe des zu verschmelzenden Haufwerks bestimmt sehr oft die zweckmäßigste Höhe der Schächte. Bei den Schachtöfen zum Verschmelzen der Eisenerze unterscheidet man Hohöfen und Blauöfen. Dieser Unterschied wird aber nicht durch die Höhe der Oefen, sondern durch andere Umstände bestimmt, welche bei der Metallurgie des Eisens näher zu erörtern sind.

Die Schachtöfen, deren man sich zum Verschmelzen der Eisenerze bedient, weichen von den Oefen zur Verschmelzung der Gold- Silber- Kupfer- Blei- und Zinnerze zwar nicht wesentlich ab; allein es finden bei diesen Oefen doch eigenthümliche Einrichtungen statt, welche mit ihrer größeren Höhe

und mit der Art, wie sich die geschmolzene Masse in dem Heerde ansammelt, in Verbindung stehen; so daß die nähere Betrachtung dieser Oefen am zweckmäßigsten bei der Metallurgie des Eisens selbst statt finden wird.

Die älteste Art einen Schacht zum Verschmelzen der Erze zu bilden, war ein Haufen von Steinen, welcher die Kohlen zusammenhalten und dadurch die durch das Verbrennen derselben sich entwickelnde Hitze verstärken sollte. Später füllte man die Zwischenräume zwischen den Steinen sorgfältiger aus und ließ in der Steinmauer nur einige Oeffnungen, durch welche die atmosphärische Luft mit mehr Regelmäßigkeit eindringen konnte. Nachdem man ein Gebläse bei den Schachtöfen anzuwenden versucht und sich überzeugt hatte, daß sich die Hitze dadurch mehr als durch natürliche Zugöffnungen verstärken lasse; verschloß man alle Oeffnungen in der Mauer, welche den Schacht bildete und fachte das Feuer in dem unteren Theile des Schachtes an, indem man sehr bald die Erfahrung machte, daß sich die Hitze schnell von unten nach oben verbreite, und daß man es durch die Menge des Erzes, welches oben in den Schacht gebracht ward, ganz in seiner Gewalt habe, die Hitze zu mäßigen oder zu verstärken. Der Theil der Mauer, welcher am Schacht zunächst sich befand und den eigentlichen hohlen Schachtraum bildete, ward, wie man sehr bald erfuhr, in der Schmelzhitze ungleich stärker angegriffen, als der übrige, mehr nach außen gekehrte Theil der Mauer, welcher ganz unversehert blieb, während die dem Schachte zugekehrten Flächen so stark ausgeschmolzen wurden, daß der ganze Schacht nicht mehr gebraucht werden konnte. Man trennte daher die äußere Mauer von der inneren und machte beide in der Art von einander unabhängig, daß der äußere Theil der Mauer stehen bleiben konnte, während man den inneren, schadhaft gewordenen Theil, gegen eine andere Umfassungsmauer für den Schacht auswechselte. Eine solche

Einrichtung besteht noch jetzt bei allen Schachtöfen. Man nennt den äußeren Theil der Mauer, welcher gewissermaaßen den Körper des Ofens bildet, die Rauhmauer (den Mantel), auch wohl den Rauhschacht. Die innere Mauerung welche in den Rauhschacht hinein gesetzt wird und den eigentlichen Ofenschacht oder den Schachtraum bildet, nennt man den Kernschacht, zuweilen auch geradezu den Schacht, obgleich man darunter eigentlich den hohlen Raum zu verstehen hat, welcher durch den Kernschacht gebildet wird. In einigen Gegenden wird der Kernschacht das Schachtfutter genannt. Man verbindet nicht immer beide Schachtmauern unmittelbar mit einander, sondern läßt zwischen hnen häufig noch einen Zwischenraum, den man mit Stücken von feuerfesten Ziegeln, in der Größe von einem oder von einigen Kubikzollen ausfüllt. Dieser Zwischenraum soll vorzüglich dazu dienen, den Druck des Kernschachtes gegen den Rauhschacht zu vermindern, wenn der erstere durch die große Hitze, die sich im Schacht entwickelt, ausgedehnt wird. Durch die starke Ausdehnung würde die Rauhmauer auseinander getrieben werden und wenigstens Risse erhalten, welche sich, auch ungeachtet eines solchen Zwischenraumes, bei Schächten, in welchen eine sehr große Hitze erzeugt wird, selten vermeiden lassen. Man hat es sehr angerathen, sich zur Ausfüllungsmasse für jenen Zwischenraum, oder zur Füllung, des lockeren Sandes, oder der Asche, oder kleiner Kohlenstücke zu bedienen, um dadurch einen schlechten Wärmeleiter zu erhalten und die Mittheilung der Hitze des Kernschachtes an den Rauhschacht zu vermindern, also das Brennmaterial vortheilhafter zu benutzen. Eine Ausfüllung von feuerfesten Ziegelstücken ist aber mehr zu empfehlen, weil Sand und Asche zu dicht liegen und den Druck des Kernschachtes gegen den Rauhschacht nicht verhindern, außerdem aber leicht zum Ersticken des Ofens Anlaß geben können, wenn sie durch einen, oft nicht zu vermeidenden Riß im

Kernschacht, in den Schacht des Ofens hineinrollen. Eine Füllung von Kohlen ist der Gefahr des Ausbrennens unterworfen, so daß der Kernschacht keine Haltung findet und theilweise leicht einstürzt. Solche Füllungen sind bei niedrigen, und überhaupt bei solchen Schachtöfen nicht üblich, in welchen keine starke Hitze entwickelt wird, sondern man führt den Kernschacht, oder das Schachtfutter, unmittelbar neben dem Rauhschacht auf, ohne jedoch beide zu genau mit einander zu verbinden, damit sie unabhängig von einander bleiben. Es wird daher von den Füllungen für die Schachtöfen, bei den Oefen zum Verschmelzen der Eisenerze, bei welchen man solche Füllungen gewöhnlich nur anwendet, näher die Rede seyn.

Die Rauhmauer, oder der Rauhschacht, hat den doppelten Zweck zu erfüllen, dem Kernschacht die gehörige Festigkeit zu geben, oder ihn zusammen zu halten, und die schnellere Abkühlung desselben an der Atmosphäre zu verhindern, weil das Material, aus welchem der Rauhschacht besteht, ein schlechterer Wärmeleiter ist, als die atmosphärische Luft. Oefen, die mit einer sehr dünnen Rauhmauer versehen sind, setzen daher mehr Wärme an die sie umgebende Luft ab, als die Oefen mit einer dickeren Rauhmauer. So unwesentlich dieser Umstand erscheint, so zeigt doch die Erfahrung, daß das Brennmaterial bei dickeren Wänden des Rauhschachtes ungleich vortheilhafter, als bei schwachen Schächten benutzt werden kann. Man bedient sich daher auch in Schweden, mit recht gutem Erfolge, der Oefen mit Erdzimmerung zum Verschmelzen der Eisenerze, obgleich diese Bauart, bei sehr hohen Oefen, wieder andere Unbequemlichkeiten herbeiführt. Einen auffallenden Beweis von dem großen Einfluß des Rauhschachtes auf die Hitzentwickelung im Schachte, lieferte in England ein Hohofen, dessen Kernschacht man in einen natürlichen Felsen einsetzte. Es ließ sich in diesem Ofen kaum die zum Eisenerzschmelzen erforderliche Hitze erzeugen, weil dem Kernschacht die Hitze

durch den Felsen entzogen ward. Erst nachdem man einen besonderen Rauhschacht dadurch bildete, daß man den Theil des Felsens, in welchem der Schacht ausgehauen war, von der übrigen Felsenmasse isolirte, konnte ein günstiger Gang des Ofens hervorgebracht werden. — In neueren Zeiten hat man angefangen, die Kernschächte mit gegossenen eisernen Mänteln zu umgeben, um dadurch das starke Mauerwerk für die Rauhmauern, welches einen kostbaren Fundamentbau erfordert, zu ersparen. Bei kleineren Schachtöfen (Cupolöfen) waren solche Mäntel schon längst gebräuchlich. Diese Einrichtung gewährt eine große Bequemlichkeit, indem der schadhaft gewordene Kernschacht mit leichter Mühe aus dem eisernen Gehäuse herausgenommen und ein neuer Schacht dagegen wieder eingesetzt werden kann. Bei Oefen, die einen großen Theil des Jahres hindurch, zuweilen wohl mehrere Jahre lang ununterbrochen im Gange sind, findet indeß nicht dasselbe Verhältniß statt, als bei kleineren Schachtöfen, welche nur einige Stunden lang betrieben, dann niedergeblasen und am folgenden Tage wieder angeblasen werden. Bei den letzteren würde die Mittheilung der Wärme von der äußeren eisernen Umfassungswand an die Atmosphäre vielleicht in dem Augenblick beginnen, wo der Ofen schon wieder außer Betrieb gesetzt wird, so daß es bei solchen Oefen, für die bessere Benutzung der Kohlen ziemlich gleichgültig erscheint, ob der Kernschacht von einem guten, oder von einem schlechten Wärmeleiter zusammengehalten wird. Ganz anders verhält es sich bei den Oefen, die ununterbrochen im Betriebe erhalten werden. Die Kohle wird daher bei eisernen Mänteln nicht die Wirkung leisten, als bei Mänteln, die aus schlechten Wärmeleitern bestehen. Es fehlt indeß an Erfahrungen über den Kohlenverbrauch bei eisernen und steinernen Mänteln, die auf richtigen und zuverläßigen vergleichenden Versuchen gegründet wären. Wenn die Oefen im Freien stehen und wenn der Ofenkörper nicht durch eine Bedachung ge-

gen die atmosphärische Feuchtigkeit geschützt ist; so kommt den eisernen Umfassungswänden das Ablaufen des Regens allerdings zu gute, und sie haben vor den steinernen Wänden dadurch einen Vorzug, daß diese die Feuchtigkeit einsaugen, zu deren Verdampfung wieder ein Theil der Wärme, die den Wänden aus dem Schacht mitgetheilt wird, verwendet werden muß.

Die Rauhmauern, sie mögen aus Erdzimmerung, oder aus gebrannten Ziegeln, oder aus zugehauenen Felsstücken aufgeführt werden, halten noch immer sehr viel Feuchtigkeit zurück, die theils durch das Material selbst, theils durch den Mörtel in die Mauer gebracht wird. Außerdem steigen aber auch fortwährend Dämpfe aus der Erde auf, welche sich in der erwärmten Mauer verbreiten, und zwar in einer um so größeren Menge, je stärker die Mauer erwärmt ist. Diese Feuchtigkeit muß entfernt und fortgeschafft werden, weil sie das Mauerwerk zerreißen würde, wenn die Dämpfe durch die Erwärmung expandirt werden, ohne daß ihnen Gelegenheit gegeben wird, zu entweichen. Es muß daher sogleich bei der Aufführung der Rauhmauer Rücksicht auf die sich entwickelnden Dämpfe und auf die Fortschaffung derselben genommen werden. Man versieht das Mauerwerk zu dem Ende mit Abzugcanälen (Abzüchten), welche überhaupt bei allen Oefen ohne Unterschied nirgends fehlen dürfen, wo massive Mauern von einiger Stärke aufgeführt werden. Diese Abzüchte in der Rauhmauer verbindet man auf verschiedene Weise mit einander und mit den Abzüchten, welche man dem Fundament der Oefen zutheilt. Durch solche Abzüchte allein ist indeß die Rauhmauer noch nicht gehörig gesichert, sondern sie muß noch mit gegossenen oder geschmiedeten eisernen Ankern, oder mit geschmiedeten eisernen Ringen, mit hölzernen Zwingen, oder auf irgend eine andere Weise zusammen gehalten werden, weil sich die Risse nur selten ganz vermeiden lassen. Bei eisernen

Mänteln wird auf die Ausdehnung durch Erhitzung sogleich Rücksicht genommen, indem man die einzelnen Theile, aus welchen das eiserne Gehäuse oder der Körper des Ofens zusammengesetzt wird, nicht genau an einander schließen läßt. Bei kleinen eisernen Oefen ist diese Vorsicht unnöthig; auch besteht der Mantel dann häufig aus einem einzigen Cylinder. — Die äußere Gestalt der Rauhmauer ist ziemlich gleichgültig; oft richtet sie sich nach der Gestalt des Schachtes. Den eisernen Mänteln, welche die Stelle der Rauhmauer vertreten, giebt man eine runde, cylindrische und konische Gestalt, indem diese, wegen der bequemeren Construktion, der eckigen Gestalt vorzuziehen ist. Die Rauhmauern aus Stein werden entweder aus zugehauenen Felssteinen, wo man diese erhalten kann, oder aus gebrannten Thonziegeln aufgeführt. Marmor und Kalkstein sind nur für die äußersten Schichten, aber nicht für die innere Mauerung anwendbar; auch viele Sandsteine sind zu Rauhmauern für Schmelzöfen nicht geeignet. Geschiebe und Blöcke von Urgebirgen, von Porphyren und von Basalt sind sehr brauchbar, aber nicht überall leicht zu bekommen, weshalb man in den mehrsten Fällen genöthigt ist, die Rauhmauern aus gebrannten Ziegeln aufzuführen. Die Ziegelmaurung erfordert aber gerade die größte Vorsicht bei der Anlage der Abzüchte, weil sie am leichtesten von den Dämpfen zerrissen wird.

Zur Kernmauer würden zwar zugehauene Blöcke von Urgebirgsarten sehr zu empfehlen seyn; allein die große Kostbarkeit der Bearbeitung derselben für hohe Schachtöfen, erschwert deren Anwendung. Man wird daher in den mehrsten Fällen auf den Gebrauch der Ziegelsteine aus feuerfestem Thon beschränkt bleiben, welcher auch in der Regel jedem anderen Material vorzuziehen ist. Für die Oefen zum Schmelzen der Eisenerze sind vollkommen feuerbeständige Thonziegel für die Kernschächte von der höchsten Wichtigkeit. Die Ziegel müs-

sen, um alle Zwischenräume zu vermeiden, in Chablonen geformt werden, welche dem Schachtdurchschnitt korrespondiren; auch sind alle starke Fugen gänzlich zu vermeiden. Als Mörtel darf bei allen Ofenmauerungen, besonders bei Kernschächten, niemals Kalk, sondern es muß immer nur Thon angewendet werden. Oft setzt man zwei, auch drei Kernschächte in einander ein, ohne jedoch einen Zwischenraum zwischen diesen Schächten zu lassen, welcher nur zwischen der Rauhmauer und dem ersten, oder dem äußersten Kernschacht bleiben und mit der Füllung versehen werden muß. Mit je größerer Sorgfalt man bei der Aufführung der Kernschächte verfährt, desto weniger hat man das Aufreißen und Wegschmelzen derselben zu befürchten. Bei dem Einsetzen des Kernschachtes ist auch noch darauf zu sehen, daß alle Ziegel die zu einer und derselben Schicht gehören, vollkommen horizontal neben einander liegen und keine Neigung in den Schacht erhalten. Eine hölzerne Spindel, die im Mittelpunkt des Schachtes senkrecht aufgerichtet wird, und welche als die Axe des Schachtes anzusehen ist, gewährt das Mittel, den Kernschacht in der vorgeschriebenen Weite aufzuführen, indem man an der Spindel horizontale hölzerne Stäbe, oder Aerme befestigt, welche die Radien oder die Halbmesser bilden, deren Länge in den verschiedenen Höhen des Schachtes, mit der halben Weite desselben übereinstimmt. Bei niedrigen Oefen verfährt man indeß häufig nicht mit dieser Sorgfalt, sondern bestimmt oft nur die unteren Dimensionen des Schachtes und führt ihn dann nach dem Augenmaaß in die Höhe. Wenn man den Schächten aber in verschiedenen Höhen auch verschiedene Dimensionen in der Weite zutheilt, so muß bei dem Einsetzen eines neuen Kernschachtes nothwendig eine Spindel aufgerichtet werden, um dadurch eine Chablone für die Gestalt und Weite des Schachtes, in allen horizontalen Durchschnitten desselben, zu erhalten.

Der Kernschacht, durch welchen der eigentliche Schacht des Schachtofens gebildet wird, hat mit Recht diesen Namen erhalten, weil er als ein wirklicher Kern in dem Ofenkörper steckt, es mag derselbe aus einem starken Gemäuer, oder aus einem Gehäuse von gegossenem Eisen bestehen. In beiden Fällen ist es nothwendig, auf die Oeffnungen Rücksicht zu nehmen, welche durch den Kernschacht in den inneren Schachtraum führen müssen. Diese Oeffnungen sind diejenigen, durch welche die Luft aus dem Gebläse in den Schacht gebracht wird, und durch welche die in dem Tiegel gesammelte geschmolzene Masse entfernt werden soll. Diese Oeffnungen müssen daher auch durch den Rauhschacht des Ofens (oder auch die denselben vertretenden eisernen Platten) hindurch geführt werden. Bei hohen Oefen, die eine sehr starke Rauhmauer erhalten, wird der zu jenen Oeffnungen erforderliche Raum auf verschiedene Weise in der Rauhmauer ausgespaart. Man bildet nämlich ein Gewölbe in der Rauhmauer, welches mit den Oeffnungen im Kernschacht korrespondirt und giebt der Oeffnung, entweder durch ein wirkliches massives Gewölbe, oder durch eiserne Tragebalken die erforderliche Festigkeit. Bei mehreren Oefen, besonders bei denen zum Schmelzen der Eisenerze, werden in der Folge Beispiele von der einen und von der anderen Art von solchen Gewölben häufig vorkommen. Man nennt sie Formgewölbe, oder Blasegewölbe, wenn sie zu den Formöffnungen, und Arbeitsgewölbe, wenn sie zu der Oeffnung führen, welche zum Ablassen der geschmolzenen Masse aus dem unteren Theil des Schachtes bestimmt ist. — Bei den mehrsten Schachtöfen zum Schmelzen der Blei- Silber- und Kupfererze fehlen diese Gewölbe entweder gänzlich, oder sie sind von sehr unbedeutenden Dimensionen, weil man der Rauhmauer vorzüglich nur an zwei einander entgegenstehenden Seiten eine bedeutende Stärke zutheilt. Von solchen Oefen liegen in der Regel mehrere an

einer gemeinschaftlichen Mauer, welche die Brandmauer genannt wird. Diese Mauer bildet die gemeinschaftliche Rückwand für alle Oefen, die längs derselben an ihr angelehnt sind, und durch welche die Formöffnung für jeden einzelnen Ofen hindurchgeführt ist. Die Schächte werden durch starke massive Pfeiler, welche die Stelle der Rauhmauer vertreten, von einander getrennt. Diese Pfeiler erhalten eine angemessene Stärke, weil sie nicht allein den Raum für die einzusetzenden Kernschächte gewähren, sondern auch die Rauhmauer für die verschiedenen Oefen bilden sollen. Man sucht durch diese, zwei und zwei Oefen gemeinschaftlich angehörende Rauhmauer, an Kosten zu sparen; eine Ersparung, die allerdings zu beachten, aber nur in dem Fall ausführbar ist, wenn man dem Schacht den Wind nur auf der Seite der Brandmauer, und nicht auch auf den beiden anderen, der Brandmauer anliegenden Seiten, zuführen will. Diese Einrichtung ist indeß an sich unwesentlich, und wenn man den Wind von mehreren Seiten in den Ofenschacht führen will, wird man immer besser thun, die Oefen von einander zu trennen und jedem Schacht sein besonderes Rauhgemäuer zuzutheilen, wie es bei den höheren Oefen, welche man mit einer starken Rauhmauer versieht, ohnedies nothwendig ist.

Man unterscheidet, auch wenn man dem Schacht eine runde Gestalt in der Durchschnittsfläche giebt, bei jedem Schachtofen vier Seiten, von denen zwei und zwei einander gegenüber stehen. Die eine Seite heißt die Vorderseite, oder die Arbeitsseite. Die Mauer, welche auf dieser Seite den Schacht begränzt, pflegt man (bei den Schachtöfen, von denen hier die Rede ist, indem bei den Oefen zum Schmelzen der Eisenerze einige Abweichungen statt finden) die V o r w a n d, oder die S t i r n w a n d, und den untersten Theil derselben die O f e n b r u s t zu nennen. Bei sehr niedrigen Schachtöfen macht man zwischen Vorwand und Ofenbrust keinen Un-

terschied. Die Brust ist die auf dieser Seite des Ofens ganz frei zum Vorschein kommende und mit keiner Rauhmauer versehene Kernschachtmauer des Schachtes. Sehr niedrige Oefen erhalten an der ganzen Vorwand keine Bedeckung von der Rauhmauer, und die Vorwand besteht nur aus einer sehr leicht aufgeführten schwachen Ziegelwand, indem die Ziegel auf der hohen Kante über einander gestellt sind. Zuweilen vertritt sogar eine in Angeln hängende Thüre von Eisenblech, deren innere, dem Schacht zugekehrte Fläche mit Lehm stark ausgefüttert ist, die Stelle der Vorwand. Bei höheren Oefen giebt man aber nur dem unteren Theil der Vorwand, der Brust, eine so geringe Stärke. Die Ursache dieser unvollkommnen Einrichtung besteht darin, daß man der im Schacht befindlichen Schmelzmasse durch die dünne Vorwand in solchen Fällen zu Hülfe kommen will, wenn die Schichten unregelmäßig niedergehen, oder gar hängen bleiben. Deshalb versieht man die Vorwand auch wohl in verschiedenen Höhen mit Oeffnungen, welche man mit einem Lehmpfropfen verschließt und mit der Brechstange durchsticht, ohne die Wand zu beschädigen, im Fall man das Niedersinken der Schichten in einer gewissen Höhe befördern will, worauf die Oeffnung wieder mit Lehm ausgefüllt wird. Eine andere Ursache ist aber die, daß man die einfache und dünne Wand leicht wegnehmen und wieder aufrichten kann, wenn der Ofen zu einer neuen Schmelzung vorbereitet werden soll, und der Arbeiter sich zu diesem Zweck in den Ofenschacht begeben muß. Deshalb giebt man bei höheren Oefen auch nicht der ganzen Vorwand, sondern nur dem unteren Theil derselben eine solche leicht bewegliche Einrichtung.

Der Vorwand gegenüber befindet sich die Brandmauer, oder die Rückwand. Auch auf dieser Seite erhält der Kernschacht nur eine schwache Bekleidung von dem Rauhschacht, weil bei allen Oefen von der älteren Einrichtung, der Wind

von dieser Seite in den Schacht geführt wird, und man daher höhere Gewölbe für die Formöffnung vermeiden will, welche bei einer großen Stärke der Rauhmauer nothwendig seyn würden.

Die beiden Seitenwände, welche die Vor- und Rückwand mit einander verbinden, nennt man in einigen Gegenden die Seitenmauern, auch wohl die Futtermauern, in anderen Gegenden die Ulmen des Ofens. Bei den unvollkommnen Einrichtungen der alten Oefen, besonders der niedrigen Krummöfen, sind diese beiden Seiten die einzigen, welche einen besonderen Kernschacht erhalten, indem sowohl die Vorwand als die Rückwand nur aus einer einfachen Mauer bestehen. Dies ist auch die Veranlassung zu dem Namen: Futterwand, für die Ulmen der Schachtöfen.

Wenn man bei den höheren Oefen dem Schacht auch eine runde, halbrunde, elliptische u. s. f. Gestalt im Durchschnitt zutheilt, so pflegt man doch gewöhnlich dem eigentlichen Schmelzraum, nämlich dem Raum in der Höhe der Form, und etwas oberhalb derselben, eine viereckige Gestalt zu geben. Ein Grund zu diesem Verfahren ist eigentlich nicht vorhanden. Der Raum unterhalb der Form bis zum tiefsten Punkt des Schachtes, erhält seine Gestalt durch ein Gemenge von Lehm und Kohlenstaub, — schweres Gestübbe, zum Unterschiede von dem leichten Gestübbe, worunter unvermischter und reiner Kohlenstaub zu verstehen ist, — welches zur Ausfütterung des viereckigen Kastens angewendet wird, den die Ulmen, die Vorwand und die Brandmauer mit einander bilden. Im Allgemeinen führt dieser untere Theil des Schachtes den Namen Heerd, und die Arbeit, durch welche demselben seine Gestalt gegeben wird, nennt man das Zumachen (bei den Oefen zum Eisenerzschmelzen das Zustellen).

Bei den Fundamenten für die Schachtöfen hat man, wie gewöhnlich, darauf zu sehen, daß sie den Oefen eine feste und

unverrückbare Unterlage gewähren, weshalb sich der Umfang und die Tiefe derselben, nach der Größe der Oefen, welche sie tragen sollen, so wie nach der Beschaffenheit des Terrains richten müssen. Es gelten hier dieselben Vorschriften, welche bei den Fundamentarbeiten für alle Gebäude in Anwendung kommen. Besonders zu berücksichtigen sind aber die Abzüchte, welche, nach der verschiedenartigen Beschaffenheit des Terrains, in verschiedenen Höhen angebracht werden. Gewöhnlich stellt man die Oefen auf Gewölben, welche als Hauptabzüchte dienen. Alsdann legt man gerne unter der Sohle des Schachtes noch einen Abzugcanal an, welchen man mit flachen Steinen (Decksteinen) bedeckt, worauf man, unmittelbar unter dem Schacht, eine Auffüllung von Schlacken und dann eine Lehmsohle folgen läßt. Diese Sohle von Lehm bildet den tiefsten Punkt des Schachtes; sie dient dem eigentlichen Heerde, welcher (mit Ausnahme der Schachtöfen zum Schmelzen der Eisenerze) aus schwerem Gestübbe angefertigt (geschlagen) wird, zur Grundlage. — Bei einem sehr feuchten Terrain, oder bei einem sandigen Boden, tritt zuweilen die Nothwendigkeit ein, das Fundament auf ein hölzernes Pfahlwerk, oder auf einen so genannten Rost zu stellen.

Die Schichten von Kohlen und Erz werden, wie schon erwähnt, in dem Verhältniß wie sie in dem Schachtofen niedersinken, auf der Gicht des Ofens in denselben eingetragen. Man nennt die Quantität, welche jedesmal eingefüllt (aufgegeben oder gesetzt) wird, einen Satz (bei den Oefen zum Eisenerzschmelzen auch wohl eine Gicht) und unterscheidet Kohlensätze und Erzsätze (Kohlengichten und Erzgichten). Bei den Krummöfen wird der Satz unmittelbar an der Vorwand aufgegeben, indem der Arbeiter die zu einem Satz bestimmte Quantität Kohlen oder Erz in ein Gefäß füllt, welches er bis zur Gicht auf dem Kopf trägt und den Inhalt desselben auf der Gicht ausleert. Bei den Halbhohöfen führt

häufig eine Treppe bis zur Gicht, welche der Arbeiter, das gefüllte Gefäß auf dem Kopfe tragend, besteigen muß. Bei den höheren Oefen würde aber dies Verfahren zu beschwerlich und oft ganz unausführbar seyn. Gewöhnlich legt man in dem Hüttengebäude, in der Höhe, in welcher sich die Gichten der Oefen befinden, einen Boden an, auf welchen das Erz und die Kohlen gebracht und von dort nach Bedarf zu den Gichten getragen werden. Bei sehr hohen Oefen und bei einem raschen Niedergehen der Sätze, würde aber auch dies Mittel nicht zureichend seyn, weshalb man besondere Vorkehrungen treffen muß, die Sätze zu den Gichten zu bringen, welche bei der Metallurgie des Eisens näher erörtert werden sollen, indem man vorzüglich nur bei den Hohöfen zum Eisenerzschmelzen solche Vorkehrungen zu treffen genöthigt ist. Bei den Hohöfen zum Verschmelzen der Silber-, Blei- Kupfererze u. s. f. reicht gewöhnlich der Gicht- oder der Beschickungsboden schon hin, auf welchem die zu verschmelzenden Vorräthe ausgebreitet und dann zu den Gichten getragen werden. Gestattet es das Terrain, so nimmt man auf diesen Umstand gleich Rücksicht und stellt die Oefen tiefer als den Gichtboden, so daß man durch Hülfe einer Brücke u. s. f. von dem Gichtboden zur Gicht gelangen kann.

Die Eisenerze werden fast niemals in einem Zustande einer großen Zerkleinerung, oder als Schliche, verschmolzen, weil sie zu einer solchen Aufbereitung nicht geeignet sind; theils weil sie die Kosten der Aufbereitung nicht tragen würden, theils weil die Aufbereitung zu Schlichen, wenn sie der Gemengtheile wegen nothwendig wäre, nicht dahin führen könnte, ein fehlerfreies Eisen zu erzeugen. Eisenerze, die aus einem solchen Grunde der Aufbereitung bedürften, würden daher ganz unbenutzt bleiben müssen. Diesem Umstande ist es auch zuzuschreiben, daß man beim Verschmelzen der Eisenerze nur einen geringen Verlust an feinen Erztheilchen erleidet, welche

durch die aus der Gicht ausströmenden Gasarten mechanisch mit fortgerissen werden, obgleich man zum Verschmelzen der Eisenerze einen starken Wind anwendet. Der Verlust besteht aus den leichteren Erztheilchen, die in der Regel so arm sind, daß man keine Kosten darauf verwenden kann, um sie zu sammeln. — Die zu verschmelzenden Erze des Silbers, des Bleies, Kupfers und Zinnes werden aber zum großen Theil durch die nasse Aufbereitung, und deshalb nothwendig in dem Zustande von Schlichen dargestellt. Aber auch selbst die bei der trocknen Aufbereitung gewonnenen Erze zerkleinert man, aus den schon bei der Aufbereitung angegebenen Gründen, leider häufig zu Schlichen, so daß sie in der Regel in dem Zustande einer sehr großen mechanischen Zerkleinerung zur Verschmelzung kommen. Dies ist aber der Grund, weshalb ein sehr bedeutender Theil des Erzes durch die Gasarten aus der Gicht mit fortgerissen wird und nothwendig wieder gesammelt werden muß. Außerdem entweichen, — wenn Bleierze verschmolzen werden, — auch Dämpfe von Bleioxyd aus der Gicht, welche man ebenfalls aufzufangen bemüht ist. Deshalb versieht man die Schachtöfen mit Kammern, — Flugkammern, Fluggestübbekammern, — welche man über und neben der Gicht anbringt, und durch welche die aus der Gicht entweichenden Dämpfe und Gasarten ihren Abzug nehmen müssen, ehe sie sich in der Atmosphäre verflüchtigen. Diese Kammern sind gemauerte Räume mit Zwischenwänden, an welchen der Luftstrom wiederholt gebrochen wird, damit der mechanisch fortgerissene Erzstaub sich in den Kammern absetzen und niederschlagen kann. Man hat die Hohöfen in Nieder-Ungarn mit sehr geräumigen Kammern versehen, welche in der Höhe der Gicht neben einander angebracht sind und auf besonderen Tragepfeilern ruhen. Bei der Metallurgie des Silbers wird diese Einrichtung näher erwähnt werden.

Der eigentliche Schmelzraum in der Höhe der Form lei-

det, aus einleuchtenden Gründen, am mehrsten, und muß daher am sorgfältigsten gegen das Ausbrennen geschützt werden. Die Erweiterung dieses Raumes durch das Ausschmelzen, ist mehrentheils die Ursache warum die Schachtöfen nicht in einer ununterbrochenen Folge im Betriebe erhalten werden können, sondern von Zeit zu Zeit, — von wenigen Tagen bis zu mehreren Jahren, — eingestellt (niedergeblasen) und wieder neu vorgerichtet (zugemacht, oder zugestellt) werden müssen. Bei den Schachtöfen, von welchen hier die Rede ist, leidet der Raum unter der Form vorzüglich durch die Schwefelmetalle, welche die Schachtmauer sehr angreifen, indem sie eine chemische Einwirkung darauf ausüben. Man ist daher genöthigt, die geschmolzene Masse von der Mauerung abzuhalten, und dies geschieht am besten dadurch, daß man den ganzen Raum unter der Form mit schwerem Gestübbe ausfüttert. Dies Futter dient auch zugleich dazu, ein mechanisches Durchdringen der hitzigen flüssigen Masse durch die nicht zu vermeidenden Fugen der Mauerung zu verhindern. Dennoch ist es, ungeachtet aller Vorsicht, oft nicht möglich, das Blei vollkommen zurück zu halten, indem sich dasselbe zuweilen einen Weg durch das Gestübbe bahnt, so daß es nicht selten in den Abzüchten gefunden wird, welche sich in dem Fundament der Oefen befinden. Man hat verschiedene Arten ersonnen, wie man den Heerd aus dem schweren Gestübbe bildet, je nachdem man die geschmolzene Masse in dem Tiegel, oder in dem tiefsten Theil des Heerdes ansammeln und von Zeit zu Zeit ablassen, oder sie in dem Augenblick wie sie die Schachtsohle oder den Heerd erreicht hat, aus dem Ofen entfernen will. Welche Methode man aber auch anwendet, so besteht doch der Heerd immer aus schwerem Gestübbe, welches an der Formwand oder an der Brandmauer und an den beiden Ulmen, bis zu der Höhe der Form, als ein Futter für die Schachtmauer dient. An der Vorwand füttert man den Schacht

ebenfalls bis zur Formhöhe mit dem schweren Gestübbe aus, wenn der Heerd einen Tiegel bilden soll, aus dessen tiefstem Punkt man die geschmolzene Masse von Zeit zu Zeit, durch einen besondern Canal, — durch die Stichöffnung, — ablassen will. Bei einer anderen Methode des Zumachens giebt man dem Tiegel eine solche Lage, daß er sich zum Theil unter dem Schacht im Ofen, zum Theil außerhalb des Ofens vor der Vorwand befindet. In beiden Fällen muß der tiefste Punkt des Tiegels höher als die Sohle des Hüttengebäudes liegen, damit die geschmolzene Masse aus der gegen den Horizont geneigten Stichöffnung in ein Bassin — in den Stichtiegel oder in den Stichheerd, — abgelassen werden kann, welchen man ebenfalls aus schwerem Gestübbe bereitet und entweder in der Höhe der Hüttensohle, oder zuweilen auch in einer etwas größeren Höhe vorrichtet. Befindet sich der Tiegel, in welchem sich die geschmolzene Masse ansammelt, theils im Ofen, theils vor demselben, so muß vor der Vorwand des Ofens ein Behälter für das schwere Gestübbe angebracht seyn, in welchem der Theil des Tiegels ausgeschnitten ist, der außerhalb des Schachtes liegt, und welcher mit dem Theil des Tiegels unter dem Schachte communicirt. Man faßt diesen Behälter entweder mit Steinen, oder mit eisernen Platten ein, damit der Tiegel gehörig gesichert ist. Die Oberfläche dieses Behälters bildet die höchste Horizontalfläche des mit der geschmolzenen Masse angefüllten Tiegels. Man nennt diese Fläche das Blech, die Vorheerdkante, oder den Heerdstein. Diese Benennungen verdienen nur deshalb angemerkt zu werden, weil man von dieser Horizontalfläche an gerechnet, gewöhnlich die Lage der Formen, oder ihre Entfernung von der Heerdsohle zu bestimmen pflegt. Macht man die Oefen auf solche Art zu, daß die geschmolzene Masse sogleich aus dem Ofen abläuft, so wird sie durch eine Rinne, — durch die Spur, — aus schwerem Gestübbe, in einen Tiegel (oder

Heerd) geleitet, welcher sich vor der Vorwand des Ofens befindet. Zuweilen bringt man zwei Tiegel oder Heerde an, damit der eine ausgeleert werden kann, während sich der zweite füllt. Solche Oefen hat man Brillenöfen genannt. — Befindet sich der Tiegel ganz im Ofen, so leitet man die geschmolzene Masse durch die Stichöffnung, welche nur zu diesem Zweck geöffnet wird, sonst aber geschlossen ist, in einen Heerd oder Tiegel vor dem Ofen. — Befindet sich der Tiegel theils im Ofen, theils vor demselben, so nennt man den vor der Vorwand hervorragenden Theil des Tiegels den Vorheerd. Man hat diese Einrichtung vorzüglich deshalb getroffen, um die geschmolzene Masse bequemer als bei den Tiegeln die sich ganz im Ofen befinden, abstechen, oder in den Stichtiegel ablassen zu können. Jeder mit einem Vorheerde zugemachte Ofen muß daher ebenfalls wenigstens mit einem Stichtiegel versehen seyn. Zuweilen wendet man aber auch zwei Stichtiegel an. Es ist einleuchtend, daß sich diese verschiedenen Arten des Zumachens bei allen Schachtöfen anwenden lassen, und daß man jeden Ofen nach Belieben auf diese oder auf jene Art zumachen kann, je nachdem man die eine oder die andere Methode vortheilhafter oder bequemer findet. Man darf daher den Oefen nach der Art wie sie zugemacht worden sind, keinen besonderen Namen geben, obgleich es nothwendig ist, durch eine deutliche Bezeichnung die bei dem Zumachen befolgte Methode auszudrücken. Es herrscht aber darin eine so große Sprachverwirrung, daß es nothwendig seyn wird, die verschiedenen Benennungen auf bestimmte Begriffe zurück zu führen.

Um zuerst die verschiedenen Theile eines gewöhnlichen Schachtofens, welche vorhin genannt worden sind, an einer Zeichnung nachzuweisen, möge ein Hohofen als Beispiel dienen, welcher auf der Halsbrücke bei Freiberg zu der so genannten Bleiarbeit angewendet wird. Andere Beispiele wer-

den die Zeichnungen von Oefen liefern, an welchen die verschiedenen Arten des Zumachens verdeutlicht werden sollen.

Bei den Zeichnungen Fig. 443 — 448., stellt Fig. 443. die vordere Ansicht des erwähnten Hohofens dar; die Durchschnitte Fig. 444 und 445. beziehen sich, der erstere auf die Linie a b und der zweite auf die Linie c d des Grundrisses Fig. 447. Dieser Grundriß selbst ist in der Höhe der Form, oder nach der Linie e f des Durchschnittes Fig. 444. genommen. Die Durchschnitte Fig. 446 und 448. zeigen die Einrichtung der Fluggestübbekammern nach den Linien g h und i k der Zeichnung Fig. 444. — Es liegen auf der Halsbrücke an einer und derselben Brandmauer α mehrere Schmelzöfen in einer Reihe, welche durch die Pfeiler β, welche zugleich die Rauhmauer der Oefen auf den Ulmen bilden, von einander getrennt sind. Der gemeinschaftliche Beschickungsboden läuft auf der hinteren Seite der Oefen, längs der Brandmauer, in der Gichthöhe fort. Von dem Beschickungsboden gelangt man, durch ein offenes Gewölbe in der Brandmauer, zu einem zweiten, mit demselben in Verbindung stehenden Gewölbe γ, welches zur Gicht δ des Ofens führt. Diese Einrichtung ist sehr willkührlich und man könnte die Gicht eben so gut unmittelbar mit dem Beschickungsboden, durch ein Gewölbe in der Brandmauer, in Verbindung setzen, wie es bei den Oefen Fig. 449 und 451. geschehen ist. Alsdann würde man Erz und Kohlen an der Form- oder an der Rückseite des Ofens in den Schacht bringen, wie es auch auf einigen Hütten geschieht; statt daß man, bei der auf der Halsbrücke getroffenen Einrichtung, die Sätze an der Ulmenseite in den Ofen trägt. Auf anderen Hütten geschieht das Setzen (das Aufgeben der Sätze) an der Vorwandseite, je nachdem die örtlichen Verhältnisse diese oder jene Einrichtung mit größerer Bequemlichkeit treffen lassen.

Auf den Zeichnungen Fig. 443 bis 445. bezeichnet die

Linie xx die Höhe der Hüttensohle, unter welcher sich also das Fundament des Ofens befindet. Bei dem günstigen Terrain besteht dieses bloß aus einem von Gneus aufgeführten Gemäuer, in welchem sich die Abzüchte a gerade in der Mitte unter dem Schacht kreuzen und durch die Hinterwand bis zu Tage geführt sind, wie aus der Zeichnung Fig. 444. zu ersehen ist. Auf der entgegengesetzten Seite stehen die Abzüchte mit dem Hauptcanal b in Verbindung, welcher vor der ganzen Reihe von Oefen unter der Hüttensohle durchgeht, und mit den Abzüchten eines jeden Ofens verbunden ist. Abzüchte in der Rauhmauer sind auf der Halsbrücke nicht vorhanden. Die Decksteine für die Abzüchte im Fundament bestehen aus großen Gneusplatten. Die Verbindung des Kernschachtes λ mit dem Rauhschacht β zeigen die Zeichnungen Fig. 444., 445 und 447. Der Kernschacht ist bis zu den Abzüchten im Fundament hinabgeführt und der eigentliche Schacht verlängert sich daher unter der Form bis zu den Deckplatten. Der ganze, vom Kernschacht eingeschlossene Raum, wird aber fast bis zur Hüttensohle mit einer Schicht von Schlacken g ausgefüllt, und diese Schicht ist mit einer Lehmsohle c bedeckt, welche die eigentliche Sohle des Schachtes bildet, auf welcher der Heerd, oder der Tiegel d aus schwerem Gestübbe geschlagen wird. — An der Vorwand sind Rauhmauer und Kernschacht durchaus mit einander verbunden und trennen sich nur bei dem aus Ziegeln geschlagenen Gewölbe k, bei welchem der äußere Theil der Mauer, den man auf der Vorwandseite als die Rauhmauer betrachten kann, ganz aufhört; der hintere dagegen bis auf den Heerd niedersetzt. Die Mauer t ist als die Ofenbrust anzusehen. Wenn ein Ofen ausgeblasen ist und wieder zugemacht werden soll, so wird der Theil der Vorwand bis zum Gewölbe k, oder die Ofenbrust t weggenommen und nach beendigtem Zumachen wieder aufgeführt. In der Vorwand ist ein Schlitz e, bis zu einer von den Fluggestübbekammern, in

welcher er ausmündet, in die Höhe geführt. Er hat den Zweck, die bei dem Vorheerde entweichenden Bleidämpfe in die Flugkammern zu leiten. Die Einrichtung dieser Flugkammern ergiebt sich aus der Zeichnung von selbst. Die Oeffnungen f, welche mit einer leichten Blendmauer verschlossen sind, dienen dazu, die Niederschläge in den Kammern von Zeit zu Zeit herauszunehmen. Statt der Mauern bedient man sich auch zuweilen der Blechthüren, welche mit Lehm ausgeklebt sind; vorzüglich dann, wenn sich die Kammern schnell anfüllen und die Niederschläge oft weggenommen werden müssen. Die nicht condensirten Dämpfe, so wie die Gasarten und die in den Kammern nicht abgesetzten Staubtheilchen, ziehen aus der letzten Kammer aus der Esse p ab.

Die Platten o fassen den Behälter m ein, in welchem der Vorheerd, oder der unter der Ofenbrust verlängerte Tiegel, ausgeschnitten ist. Die obere Fläche von o bildet daher die Vorheerdkante (Blech, Heerdstein), welche hier noch mit einer geneigten Ebene n von schwerem Gestübbe, — welches ebenfalls durch eiserne Platten zusammengehalten wird, — in Verbindung gesetzt ist. Diese Ebene hat keinen anderen Zweck, als daß längs derselben die Schlacken aus dem Vorheerde abfließen, oder sie dient, wie man in Deutschland zu sagen pflegt, zur Schlackentrift. — Man nennt zuweilen den ganzen Behälter m den Vorheerd des Ofens, weil er mit dem Heerde im Schacht in der genauesten Verbindung steht, wie sich aus der Zeichnung Fig. 444. deutlich ergiebt. Diese Benennung ist auch eigentlich die richtige für Schachtöfen, die auf solche Art zugemacht sind, daß sich der Tiegel theils im Ofen, theils vor der Vorwand desselben befindet. — Die Gestalt des Schachtes im Längendurchschnitt ergiebt sich aus den Zeichnungen Fig. 444. und 445.; und im Querdurchschnitt aus den Zeichnungen Fig. 447. und 448. Auf anderen Hütten giebt man dem Schacht im Querdurchschnitt nicht die Gestalt eines Tra-

pezium und theilt ihm auch nicht die größte Weite in der Formhöhe zu.

Weil bei allen Schachtöfen der eigentliche Schmelzraum sich in der Formhöhe befindet, so hat man auf die Dimensionen des Schachtes in dieser Höhe und auf die Gestalt, welche man dem Schacht zunächst über der Form zutheilt, ganz besonders Rücksicht zu nehmen. Wenn man eine sehr starke Hitze hervorbringen will, so verengt man den Schmelzraum, führt ihn mit diesen geringen Dimensionen der Länge und Breite, oberhalb der Form fort, und giebt ihm dann erst wieder eine größere Weite. Ungleich weniger wesentlich sind die Dimensionen des Schachtes (oder des vor der Form zusammengezogenen Schmelzraums) unterhalb der Form, weil sich in diesem Raum in der Regel die geschmolzenen Massen sammeln sollen. Bei Schachtöfen, die keinen zusammengezogenen Schmelzraum haben, kommt nur die Art und Weise in Betracht, deren man sich zum Ansammeln der geschmolzenen Massen bedient, nämlich das Verfahren bei dem so genannten Zumachen. Einen vor und oberhalb der Form zusammengezogenen Schmelzraum, nennt man bei den Schachtöfen das Gestell. Dieses wird mehrentheils nur bei den Schachtöfen zum Verschmelzen der Eisenerze angetroffen. Man unterscheidet dann das Obergestell, nämlich den Schmelzraum vor der Form bis dahin, wo sich derselbe an dem Schacht anschließt, und das Untergestell, oder den Raum von der Form bis zur Sohle des Schachtes. Das Untergestell pflegt man häufig auch den Heerd zu nennen, und daher haben die Oefen ohne zusammengezogenen Schmelzraum ebenfalls ein Untergestell, nämlich den Heerd, auf dessen Construktion man bei den Schachtöfen zum Verschmelzen der Silber- Kupfer- Blei- und Zinnerze eine große Sorgfalt wenden muß, theils um das mechanische Durchdringen der geschmolzenen Masse zu verhindern, theils um das regulinische, oder das mit Schwefel ver-

bundene Metall, oder zuweilen auch das Metall in beiden genannten Zuständen, von der Schlacke abzusondern, die sich gleichzeitig bildet. Diese Absonderung wird durch die Unterschiede des specifischen Gewichtes bedingt, dergestalt, daß sich das reguliniſche Metall zu Boden senkt, das geschwefelte Metall sich über dem reguliniſchen ablagert und wieder von der Schlacke, welche das geringste specifische Gewicht besitzt, bedeckt wird. Diese Schlackendecke ist einerseits der beste Schutz gegen die Oxydation des Metalles und Schwefelmetalles durch den Wind aus der Form; auf der anderen Seite würde sie aber die mechanische Absonderung erschweren, wenn sie sich nicht in einem vollkommen flüssigen Zustande befindet. Eine zähe (träge oder trockne) Schlacke kann daher schon dadurch, daß sie die mechanische Absonderung erschwert, einen oft bedeutenden Verlust an Metall und Schwefelmetall herbeiführen. Man läßt diese mechanische Absonderung bald im Heerde selbst, bald außerhalb des Ofens vor sich gehen, je nachdem man die geschmolzene Masse einige Zeit im Ofen zurück hält, oder sie sogleich ausfließen läßt. Es lassen sich aber die Einrichtungen auch so treffen, daß zwar die Separation des Metalles und des Schwefelmetalles von den Schlacken, in dem Heerde des Ofens statt findet, daß aber nur die letzteren von selbst abfließen und die ersteren im Heerde zurück gehalten werden, bis sie zu einer gewissen Höhe im Heerde aufgestiegen sind und dann durch einen Canal abgelassen werden. Auf diese Art sind die verschiedenen Methoden des Zumachens entstanden.

Man macht einen Unterschied zwischen den Schachtöfen mit offener und mit geschlossener Brust. Dieser Unterschied läßt sich aber nur bei den Oefen zum Eisenerzschmelzen strenge durchführen. Bei den Schachtöfen, von denen hier die Rede ist, würden nur diejenigen zu den Oefen mit geschlossener Brust gehören, bei welchen der Tiegel ganz im

Ofen liegt und von Zeit zu Zeit durch das Abstechen ausgeleert wird. Man rechnet aber auch die Oefen zu denen mit geschlossener Brust, bei welchen die Schlacke abläuft, das Metall u. s. f. aber abgestochen wird; und sogar diejenigen, bei denen Metall oder Schwefelmetall und Schlacke ununterbrochen durch eine Oeffnung in der Vorwand ablaufen. Es würden folglich nur die Oefen, bei denen der Tiegel theils im Ofen, theils vor demselben liegt, zu den Oefen mit offener Brust gehören, wodurch aber der eigentliche Begriff von einem Ofen mit geschlossener Brust ganz aufgehoben wird, indem man ihn bloß auf die Lage des Tiegels im Ofen bezieht, ohne auf das völlige Geschlossenseyn der Brust Rücksicht zu nehmen.

Der Name Heerd bezeichnet dem Metallurgen sehr verschiedenartige Gegenstände. Selbst bei den Schachtöfen hat man bald die Sohle des Ofens, bald den Sammelraum für die geschmolzene Masse, bald das Bassin oder den Tiegel, in welchen der Inhalt des Ofens abgelassen wird, Heerd genannt, obgleich dieser Name eigentlich nur dem Sammelraum für die geschmolzene Masse im Ofen im Allgemeinen zukommt. Man nennt den Heerd einen Tiegel, wenn er sich ganz im Ofen, und einen Sumpf, wenn er sich theils im Ofen, theils vor demselben befindet. Ferner heißt Auge eine jede Oeffnung in der Vorwand des Ofens, welche nicht geschlossen ist, und Stich eine Oeffnung, welche geschlossen ist und von Zeit zu Zeit geöffnet wird. Unter Spur versteht man eine Rinne, die das Auge in der Vorwand des Ofens, mit einem Sammelraum außerhalb des Ofens verbindet. Dieser Sammelraum wird ebenfalls Heerd oder Tiegel genannt, aber man fügt, zum Unterschiede von dem Heerde und Tiegel im Ofen, die Beiworte Spurtiegel (Spurheerd) und Stichtiegel (Stichheerd) hinzu, welche zugleich anzeigen, auf welche Weise die Tiegel benutzt werden, ob sie nämlich durch das Ablaufen

der geschmolzenen Masse aus dem geöffneten Auge der Vorwand, oder durch den Stich aus dem Tiegel oder aus dem Sumpfe des Ofens, angefüllt werden. — Der Vorheerd ist der vordere, nämlich der vor der Brust des Ofens hervorragende Theil des Sumpfes.

Tiegelöfen nennt man diejenigen Schachtöfen, bei denen sich der Heerd ganz im Ofen befindet. Sie sind entweder Augen-Tiegelöfen, wenn die Vorwand mit einem Auge versehen ist, aus welchem die Schlacke ununterbrochen abläuft; oder Stich-Tiegelöfen, wenn die Vorwand ganz geschlossen ist und wenn die geschmolzene Masse mit der Schlacke von Zeit zu Zeit in einen Stichheerd abgelassen wird.

Sumpföfen sind diejenigen Schachtöfen, bei denen sich der Heerd theils im Ofen, theils vor demselben befindet. Die Schlacke läuft von selbst über den Vorheerd, das Metall und das Schwefelmetall werden in einen Stichheerd (deren man auch zwei zuweilen anbringt) abgestochen. Selten sind die Sumpföfen ohne Stichheerd, und dann wird das Metall mit Kellen aus dem Vorheerd, d. h. aus dem vor der Brust befindlichen Sumpf geschöpft.

Spuröfen sind Schachtöfen ohne Heerd und bloß mit einer Heerdsohle, von welcher die geschmolzene Masse sogleich durch das Auge und durch die Spur in den Spurtiegel läuft. Sind die Spuröfen mit zwei Spurtiegeln versehen, so nennt man sie Brillenöfen. Es lassen sich aber die Spuröfen auch mit Stichtiegeln versehen, obgleich diese Einrichtung sehr selten vorkommt.

Diese verschiedenen Arten des Zumachens lassen sich besser bildlich, als durch eine Beschreibung verdeutlichen. Die Zeichnungen Fig. 461 bis 496. stellen im Längenprofil der Oefen, in deren Grundriß (in der Formhöhe) und in der Vorderansicht alle Arten des Zumachens vor, welche bei den Schachtöfen nur vorkommen können. Es ist dabei, wie schon

erwähnt, ganz einerlei, ob die Oefen Krummöfen, Halbhohöfen, oder Hohöfen sind; auch läßt sich, ohne alle Veränderung des Ofens, nach Belieben diese oder jene Methode des Zumachens wählen. In einigen Gegenden giebt man den Tiegelöfen den Vorzug vor den Sumpföfen; in anderen macht man die Oefen lieber mit einem Sumpf als mit einem Tiegel zu. Die Spuröfen sind bei Operationen, bei welchen ein reguliniſches Metall dargeſtellt wird, nicht gut anzuwenden, weil die Oberfläche des Metalles zu wenig vor der Oxydation geschützt ist. Vorzüglich würden sie beim Verschmelzen von Bleierzen nicht zweckmäßig seyn. Man bedient sich der Spuröfen gewöhnlich bei dem Verschmelzen der Kupfererze, besonders bei dem so genannten Rohschmelzen.

Die Zeichnung Fig. 461 bis 463. ist ein Augen-Tiegelofen. Die Schlacke läuft durch das stets offene Auge in der Vorwand. Der Stich, welcher zu dem Stichtiegel führt, ist durch eine von den Ulmen des Ofens gelegt.

Fig. 464 bis 466. stellt ebenfalls einen Augen-Tiegelofen vor, welcher sich von dem vorigen nur dadurch unterscheidet, daß der Stich aus dem tiefsten Punkt des Tiegels zu dem Stichtiegel, durch die Vorwand des Ofens gelegt ist.

Fig. 467 bis 469. ist ein Stich-Tiegelofen. Metall, Stein (Lech) und Schlacke bleiben im Ofen stehen, und werden von Zeit zu Zeit durch den Stich in den Stichtiegel abgelassen. Es ist einleuchtend, daß man mit diesem Stichtiegel noch einen zweiten verbinden könnte.

Fig. 470 bis 472. ist ein Augen-Tiegelofen, dessen Einrichtung mit derjenigen, welche Fig. 464 bis 466. darstellt, ganz übereinstimmt und nur dadurch abweicht, daß der Ofen mit 2 Stichtiegeln versehen ist. Die Schlacke, welche ununterbrochen aus dem Auge rinnt, sammelt sich zuerst in einer tiegelartigen Vertiefung und läuft dann aus dieser durch die Schlackentrift ab, damit sie die Theilchen von regulinischem

Metall oder von Schwefelmetall, welche sie aus dem Ofen mit sich fortnehmen könnte, in jener tiegelartigen Vertiefung absetzt.

Fig. 473 bis 475. ist ein Sumpfofen mit verdecktem Auge, indem das Gestübbe unter der Vorwand, den Sumpf in zwei communicirende Gefäße abtheilt. Die Schlacke läuft durch das stets offene Auge zwischen der Vorwand und dem Gestübbe ab. Man bedient sich dieser Art des Zumachens oft, wenn man das reguliniſche Metall mit Kellen ausschöpfen und nicht in einen Stichtiegel aus dem Sumpf abstechen will.

Fig. 476 bis 478. stellt einen Sumpfofen mit ganz offener Brust dar, indem die Schlacke keine besondere Abflußöffnung erhält, sondern unmittelbar über dem Vorheerd durch die Schlackentrift abfließt.

Fig. 479 bis 481. ist ein Sumpfofen mit verdecktem Auge und mit einem Stichtiegel, in welchen das in dem Vorheerde gesammelte Metall, oder der Stein (Lech) abgelassen wird. — Diese Art des Zumachens würde fast als die eines Spurofens angesehen werden können, wenn man den kurzen Kanal, oder das Auge, welches den Sumpf unter dem Ofenschacht mit dem Vorheerde verbindet, als eine Spur ansehen wollte. Allein der Sumpf und der Vorheerd stehen durch das Auge noch immer als ein paar communicirende Röhren mit einander in Verbindung, weshalb der Ofen kein Spurofen seyn kann, sondern immer noch ein Sumpfofen bleibt. — Die Schlacke tritt entweder durch das verdeckte Auge ebenfalls mit in den Vorheerd; oder man wendet auch ein zweites, offenes Auge über dem Vorheerd an, welches nur die Bestimmung hat, die sich im Sumpf des Ofens in zu großer Menge ansammelnde Schlacke, abfließen zu lassen. Bei Schmelzoperationen, bei welchen wenig Schlacken gebildet werden, fehlt das obere, offene Auge, und die Schlacke muß durch das verdeckte Auge ebenfalls in den Vorheerd treten.

Fig. 482 bis 484. ist ebenfalls ein Sumpfofen mit verdecktem Auge, welcher sich von dem Ofen Fig. 473 bis 475. dadurch unterscheidet, daß der Sumpf mit zwei Stichtiegeln versehen ist.

Fig. 485 bis 487. ist ein Spurofen, bei welchem die Spur gänzlich fehlt, indem die geschmolzene Masse unmittelbar durch das Auge aus dem Ofen in den Spurtiegel fließt.

Fig. 488 bis 490. ist ebenfalls ein Spurofen, welcher sich von dem vorigen nur dadurch unterscheidet, daß das Auge und der Spurtiegel durch die Spur mit einander verbunden sind.

Fig. 491 bis 493. ist ein Spurofen mit 2 Spurtiegeln (ein Brillenofen), welcher von dem Spurofen Fig. 488 und 490. nur darin abweicht, daß er nicht mit einem, sondern mit zwei Spurtiegeln versehen ist.

Fig. 494 bis 496. ist ein Spurofon mit einem Spurtiegel und mit einem Stichtiegel, welcher übrigens von dem Spurofen Fig. 485 bis 487. gar nicht verschieden ist.

Das Zumachen erfordert Uebung und Geschicklichkeit. Bei dem Einstampfen des Gestübbes muß man mit derselben Vorsicht wie bei dem Stampfen lockerer Massen überhaupt verfahren, damit sich nicht Schichten ablösen. Die fest gestampfte Oberfläche muß nämlich immer wieder aufgekratzt werden, wenn eine neue Quantität zum Einstampfen eingetragen wird. Den Tiegel und den Sumpf schneidet man aus und giebt ihnen dadurch die regelmäßige Gestalt. Bei dem Zumachen der Sumpföfen mit verdecktem Auge wendet man eine Chablone an, um das Auge, oder die Oeffnung, welche Heerd und Vorheerd verbinden soll, zu bilden. Um die Oeffnungen zu erhalten, durch welche man zum Stich, sey es im Tiegel oder im Sumpf, gelangen kann, bedient man sich ebenfalls einer Chablone, des so genannten Stichholzes, welches nach beendigtem

Zumachen herausgezogen wird und auf solche Art den Canal bildet, der zum Stich führt.

Der Schacht und die Windführung.

Die Höhe, die Weite und die Gestalt des Schachtes, so wie die Masse, die Geschwindigkeit und die Art der Zuführung der atmosphärischen Luft, ohne welche der ganze Schmelzprozeß nicht statt finden könnte, sind Gegenstände von nicht minderer Wichtigkeit für den Metallurgen, als die richtige Zusammensetzung des zu verschmelzenden Haufwerkes und als das Verhältniß des letzteren zu den Kohlen, durch welches, unter übrigens gleichen Umständen, die Temperatur im Schacht und im Schmelzraum bestimmt wird. Alle Maaßregeln, welche der praktische Metallurg zu ergreifen hat, sind auf den doppelten Zweck gerichtet, den durch das Verschmelzen des Haufwerks darzustellenden Körper möglichst vollständig abzusondern, und diese Absonderung mit dem geringsten Verhältniß der Kohlen zu dem nutzbaren Produkt der Schmelzung zu bewerkstelligen. Die Mittel zur Lösung dieser Aufgabe sind so eben genannt worden, und in der That besteht die ganze Kunst des Metallurgen nur in der richtigen Anwendung jener Mittel. Aber die chemische Zusammensetzung des zu verschmelzenden Haufwerks, welche für eine gewisse Temperatur die richtige ist, wird es für eine veränderte Temperatur nicht mehr seyn. Soll also derselbe Erfolg hervorgebracht werden, so muß das Haufwerk immer derjenigen Temperatur ausgesetzt bleiben, für welche man die chemische Zusammensetzung als die richtige erkannt hat. Das Mittel dazu findet man zwar in dem Verhältniß des Haufwerks zu der Kohle, welches man, den Umständen gemäß, jederzeit so abändern kann, daß die verlangte Temperatur hervorgebracht wird; allein es würde dadurch nicht immer der zweiten Bedingung Genüge geleistet werden, das möglichst geringste Verhältniß der Kohle zum Haufwerk an-

zuwenden. Der Metallurg würde seine Zwecke nur zur Hälfte erreichen, wenn er durch seine Operationen zwar die vollständige Absonderung des darzustellenden Körpers von den übrigen Bestandtheilen des Haufwerkes bewerkstelligt, aber dazu nur durch einen großen Aufwand von Brennmaterialien gelangt. Ferner wird diejenige chemische Zusammensetzung des Haufwerkes die richtigste seyn, bei welcher die Absonderung des darzustellenden Körpers in der niedrigsten Temperatur erfolgt, weil bei dieser Zusammensetzung das größte Verhältniß des Haufwerkes zum Brennmaterial möglich ist, bei welchem sich noch diejenige Temperatur hervorbringen läßt, die der Zweck der Operation erfordert. Die Erfahrung zeigt indeß, daß der Aufwand an Brennmaterial, nämlich das Verhältniß der Kohle zu dem zu verschmelzenden Haufwerk, von der chemischen Zusammensetzung des letzteren ganz allein nicht abhängig ist, sondern daß noch andere Umstände eintreten, welche jenes Verhältniß bestimmen. Verhielte es sich nicht so, so würde, bei gleich bleibender chemischer Zusammensetzung des Haufwerkes, und bei gleich bleibender Beschaffenheit der Kohlen, in jedem Schachtofen ohne Unterschied dasselbe Verhältniß der Kohle zum Haufwerk erforderlich seyn, um denselben Erfolg hervorzubringen. Dies ist aber so wenig der Fall, daß man in verschiedenartig construirten Oefen, bei einerlei Beschaffenheit des zu verschmelzenden Haufwerkes und der Kohle, das Verhältniß beider zu einander abzuändern genöthigt ist, wenn man dieselbe Wirkung hervorbringen, d. h. die Oefen in einer gleichen Temperatur erhalten will.

Bei den hier folgenden Betrachtungen gehen wir von der Voraussetzung aus, daß diejenige chemische Zusammensetzung des Haufwerkes, bei welcher das Verhältniß desselben zur Kohle am größten seyn kann, um die für den zu erreichenden Zweck erforderliche Temperatur hervorzubringen, schon bekannt sey und in Anwendung gebracht werde. Dieser wichtige Ge-

genstand wird in der Folge näher erörtert werden. Hier kommt es darauf an, diejenigen Umstände aufzusuchen, welche, unabhängig von der chemischen Zusammensetzung des Haufwerkes, auf das Verhältniß des letzteren zur Kohle einen Einfluß äußern. Deshalb werden wir hier auch die verschiedenartige Beschaffenheit des Brennmaterials, wodurch, bei gleichen Gewichten, sehr ungleiche Erfolge herbeigeführt werden, ganz unberücksichtigt lassen, weil das Verhältniß des zu verschmelzenden Haufwerkes zu den verschiedenen Arten der Kohlen wieder ein besonderes, und weil es für die folgenden Betrachtungen ganz gleichgültig ist, bei welcher Art des Brennmaterials, das Verhältniß desselben zum Haufwerk festgestellt worden war.

Die Hitze, welche die Kohlen beim Verbrennungsprozeß in den Schachtöfen entwickeln, wird um so vollständiger benutzt werden, je weniger davon durch die Wärme leitende Eigenschaft des Materials, aus welchem der Schacht gebildet werden muß, verloren geht. Von diesem ganz allgemeinen Verhältniß ist schon vorhin geredet worden, und es bleibt hier nur zu wiederholen, daß es noch ganz an Erfahrungen über den gewiß sehr bedeutenden Einfluß fehlt, welchen die verschiedene Leitungsfähigkeit der verschiedenartigen Materialien, auf den Effekt der Kohlen ausübt. Aber auch dieser Einfluß, den die Beschaffenheit des Materials, welches man zu den Rauhschächten anwendet, und die mehr oder weniger sorgfältig getroffenen Vorkehrungen zur Ableitung der Wasserdämpfe durch Abzüchte, unbezweifelt auf den geringeren oder größeren Kohlenverbrauch herbeiführen, ist nicht der Gegenstand der folgenden Untersuchungen, die sich bloß auf die Größe und die Gestalt des Schachtes, oder des Raumes, in welchem die Schmelzung statt findet, so wie auf die damit in Verbindung stehende Zuführung der atmosphärischen Luft beschränken und den Einfluß nachweisen sollen, der daraus für den Kohlenverbrauch,

nämlich für das Verhältniß der Kohlen zu dem zu verschmelzenden Haufwerk entspringt.

In jedem Schachtofen wird der Verbrennungs- und Schmelzprozeß auf die Weise unterhalten, daß abwechselnde Schichten von Kohlen und von dem zu verschmelzenden Haufwerk nach und nach vor der Form niedersinken. Dort findet der höchste Grad der Hitze im Ofen statt, welche sich in stets abnehmendem Verhältniß bis zur Gicht des Ofens vermindert, obgleich die Gichthöhe selbst, wegen der Berührung mit der Atmosphäre, die dort den Prozeß des Verbrennens unterhält, nicht immer der kälteste Theil im Schachte ist. Man sieht leicht ein, daß es nothwendig ist, die Kohlen und das Erz schichtenweise und nicht mit einander gemengt, in dem Ofenschacht niedergehen zu lassen. Durch das Vermengen würde sich die Hitze sehr unregelmäßig im Ofenschacht verbreiten und diese Verbreitung würde von dem zufälligen Umstande abhängig werden, ob sich auf einzelnen Punkten mehr Kohle oder mehr Erz angehäuft haben, wogegen bei einer regelmäßigen Schichtung Reduction und Erhitzung bis zum beginnenden Schmelzen oberhalb der Form, stufenweise fortschreiten. Man hat zwar behauptet, daß in solchen Fällen, wo nicht bloß eine Schmelzung, sondern auch eine Reduction statt finden soll, die letztere durch eine vollständigere Berührung des Erzes mit der Kohle befördert werde, und aus diesem Grunde das Vermengen des Haufwerks mit der Kohle angerathen; allein es ist bekannt, daß die Reduction nur auf der Oberfläche eines Körpers eingeleitet werden darf, und daß sie sich bis in das Innere desselben fortpflanzt, ohne daß dort eine unmittelbare Berührung mit dem reducirenden Körper nöthig wäre. Das Niedersinken der Kohle mit dem Erz in abgesonderten Schichten, verzögert also die Reduction nicht, trägt aber zur gleichmäßigen Verbreitung der Hitze von unten nach oben, oder von der Form bis zur Gicht, ganz wesentlich bei. Dieses re-

gelmäßige Zunehmen der Temperatur von der Gicht bis zur Form ist es eigentlich, wodurch das gleichmäßige Niedersinken der Schichten, welches man einen guten Gang des Ofens nennt, herbeigeführt wird. Verbreitet sich die Hitze, durch irgend eine Veranlassung, unregelmäßig, so entsteht die Erscheinung, welche man das Hängenbleiben oder das Kippen der Schichten (Gichten) genannt hat. Es kann sich dabei an einzelnen Stellen eine sehr starke Hitze entwickeln, die aber nur für die Wände des Ofens nachtheilig wird und nicht hinreicht, die zusammengehäuften Massen des zu verschmelzenden Haufwerks in Fluß zu bringen. Mit der größeren Höhe und mit dem größeren räumlichen Inhalt des Schachtes wächst die Gefahr des Erstickens, indem die nicht hinreichend zu erhitzenden Massen, weil sie schlechte Wärmeleiter sind, zu erstarren anfangen und das regelmäßige Niedergehen der Kohlen in den Schmelzraum, folglich die Entwickelung der Hitze und deren Verbreitung, verhindern.

Wollte man annehmen, daß die ganze Quantität des Sauerstoffes der atmosphärischen Luft, welche durch die Form in den Ofen strömt, durch diejenige Kohlengicht absorbirt würde, welche sich gerade in dem Schmelzraum vor der Form befindet; so würden die nächst folgenden Gichten nur durch die glühenden Gasarten, welche sich als das Resultat des Verbrennungsprozesses entwickeln und aus der Gicht des Schachtes ausströmen, erhitzt werden. Zum größten Theil findet dieser Erfolg auch wirklich statt und es hängt dann von dem Grade der Temperatur vor der Form ab, ob das glühende Gas so viel Hitze absetzen kann, daß sich die Reduction in den über dem Schmelzraum befindlichen Gichten, mehr oder weniger vollständig einleitet. Je geringer die Temperatur seyn kann, in welcher die Reduction des Metalles erfolgt, desto weniger ist eine starke Hitzentwickelung vor der Form erforderlich, um jene Wirkung hervorzubringen, das heißt also, desto

mehr kann das Verhältniß der Erzgicht zur Kohlengicht erhöhet werden. Gerade so verhält es sich mit den Erzgichten in solchen Fällen, wenn man keine Reduction, sondern nur eine Schmelzung bewirken will. Es sind also die glühenden Gasarten, die sich in dem Schmelzraum entwickeln, welche, indem sie ihre Wärme an die Schichten von Kohle und Erz, durch die sie sich einen Weg bahnen müssen, absetzen, sehr wesentlich dazu beitragen, die Reduction und die Schmelzung der Erzgichten vorzubereiten. Die Reduction muß schon vollendet seyn, ehe die Erzgichten den Schmelzraum erreichen, damit nicht ein Theil des Erzes unreducirt mit in die Schlacke übergeht.

Es wird nun sehr leicht seyn, eine Anwendung von diesem Erfolge auf die Gestalt und Größe der Ofenschächte zu machen. Die glühenden Gasarten werden diejenige Quantität Kohlen ersetzen können, welche beim Verbrennungsprozeß so viel Hitze entwickeln, als die Gasarten an die Erz- und Kohlengichten abgeben. Die vollständigere Benutzung der Hitze der glühenden Gasarten wird also offenbar von der Höhe der Oefen abhängen, indem das Gas seine Wärme um so vollkommener abgiebt, je höher die Säule ist, welche es durchströmen muß, ehe es die Gicht erreicht. Die Erfahrung bestätigt es auch vollkommen, daß in höheren Oefen das Verhältniß des Erzes zur Kohle größer seyn kann, als in niedrigeren Oefen, um in beiden Fällen einen ganz gleichen Erfolg zu bewirken. Abgesehen von den mit der größeren Höhe der Schächte zunehmenden Schwierigkeiten, die Erze und die Kohle auf die Gicht zu bringen, würde aus jener Betrachtung der Schluß gezogen werden müssen, daß der Schacht eine unbegränzte Höhe haben, d. h. daß er unendlich hoch seyn müsse, wenn die Kohlen in dem geringsten Verhältniß zu dem Erz angewendet werden sollen. Die Theorie kann die Richtigkeit dieses Satzes nicht bezweifeln, allein die Erfahrung lehrt, daß

eine sehr hohe Schmelzsäule im Ofenschacht, einen so starken Druck hervorbringt, daß dadurch das Ausströmen der Gasarten ungemein verzögert wird. Der Erfolg dieses verzögerten Ausströmens ist aber der, daß die Hitze sich im unteren Theil des Schachtes ansammelt, und daß der obere Theil desselben so wenig erhitzt wird, daß dadurch der Vortheil, den die größere Höhe gewähren würde, ganz wieder verloren geht. Die vortheilhafteste Höhe, welche einem Ofen zuzutheilen ist, wird daher diejenige seyn, bei welcher der Schacht in einem gleichmäßig zunehmenden Grade von der Gicht bis zur Form erhitzt wird, und bei welcher die durch den Verbrennungsprozeß erzeugten Gasarten noch einen ungehinderten Ausweg aus der Gicht finden. Es ist nicht allein jenes unregelmäßige Abnehmen der Hitze, welches durch den großen Druck der Schmelzsäule hervorgebracht wird; sondern dieser wirkt sogar dadurch noch nachtheilig, daß die Gasarten zu lange im Schmelzraum verweilen, den Verbrennungsprozeß verzögern, und dadurch Veranlassung geben, daß ein Theil des Windes unbenutzt bleibt, — sich verschlägt, — so daß eine solche, durch zu starken Druck im Schmelzraum zurückgehaltenen Hitze, nicht selten eine Verminderung der Temperatur im Schmelzraum, ungeachtet eines reichlichen Verhältnisses der Kohlen zum Erz, zur Folge hat. Deshalb wird eine zu große Höhe der Schächte nicht allein völlig überflüssig seyn, sondern sogar größere Nachtheile herbeiführen als Vortheile gewähren können.

Ueber die zweckmäßigste Höhe der Oefen läßt sich gar kein allgemein gültiges Urtheil fällen. Nur so viel geht mit Zuverläßigkeit aus den angestellten Betrachtungen hervor, daß die Benutzung der Hitze in demselben Grade unvollkommner, folglich das Verhältniß des Erzes zu den Kohlen in demselben Verhältniß zu vermindern seyn wird, je mehr die Höhe des Schachtes, wegen des Druckes der Schmelzsäule, vermindert werden muß. Diese nothwendige Verminderung ist aber

von vielen Umständen abhängig. Zuerst und vorzüglich von der Quantität des Windes die in den Ofen strömt; ferner von der Geschwindigkeit desselben; sodann von der Vertheilung des Windstroms im Schmelzraum und von den Dimensionen desselben; nächstdem von der Größe und Festigkeit der Kohlen und endlich von dem Aggregatzustande des zu verschmelzenden Haufwerks. Es ist daher ein vergebliches Bemühen, wenn man gesucht hat, entweder die Höhe des Ofens aus der Menge des Windes, welche ein Gebläse liefert, oder umgekehrt diese aus jener und überhaupt aus dem kubischen Inhalt des Schachtes, bestimmen zu wollen, ohne dabei alle die übrigen Umstände zu berücksichtigen, welche nicht minder auf jene Bestimmung einen Einfluß haben. Eine größere Quantität Wind, durch welche der Verbrennungsprozeß mehr, als durch ein geringeres Zuströmen von atmosphärischer Luft beschleunigt wird, hat die Entwickelung einer größern Menge von glühenden Gasarten zur Folge, und die größere Höhe der Oefen, welche in diesem Fall durchaus vortheilhaft wirkt, würde in dem entgegengesetzten Fall wenigstens überflüssig, vielleicht sogar nachtheilig seyn. Aber durch diesen Erfolg allein, läßt sich die vortheilhafteste Höhe des Schachtes noch nicht bestimmen. Bei gleichen Quantitäten Wind wird man die Höhe mit dem glücklichsten Erfolge vergrößern, wenn die Kohlen fest genug sind, um durch den Druck der Schmelzsäule nicht zertrümmert zu werden, und wenn das Haufwerk, ehe es in den flüssigen Zustand gelangt, der Masse einen solchen Grad von Lockerheit ertheilt, daß die Gasarten, nachdem sie den größten Theil der Wärme abgesetzt haben, aus der Gicht entweichen können. Man wird dem Schacht aber, bei gleichen Windmengen, eine geringere Höhe zuzutheilen genöthigt seyn, wenn man kleinere, oder leicht zerdrückbare Kohlen anwenden, und Erze die sich im staubartigen Zustände, oder im Zustande des Schlich befinden, verschmelzen soll. Bei diesem Aggregatzustande liegt

die Masse so dicht, daß dadurch derselbe Erfolg wie durch einen zu starken Druck der Schmelzsäule hervorgebracht wird.

Die Geschwindigkeit des Windes kann, in Beziehung auf die Höhe des Schachtes, die Menge der Luft ersetzen die dem Ofen zugeführt wird. Man wird also die Oefen erhöhen, d. h. die Kohlen vortheilhafter benutzen können, wenn man bei gleich bleibender Quantität Wind (von atmosphärischer Dichtigkeit) die Geschwindigkeit desselben vermehrt. Die Erfahrung bestätigt diese Annahme, indem, bei gleich bleibender Höhe der Oefen, das Verhältniß des Erzes zu den Kohlen bei einer stärkeren Pressung des Windes vergrößert werden kann, obgleich größere Düsen eine schnellere Schmelzung, oder einen häufigeren Gichtenwechsel, jedoch mit geringerer Benutzung des Brennmaterials, herbeiführen. Die Ursache dieses Erfolges liegt darin, daß bei einem dichteren Winde die Verbrennung lebhafter erfolgt, daß also die sich entwickelnden Gasarten in eine höhere Glühhitze versetzt werden und diese wieder an die Schmelzsäule, bis zu ihrem Austritt aus der Gicht, abgeben können. Bei einem weniger gepreßten Winde rollen die Kohlen zum Theil unter den Windstrom, wo sie ohne eine starke Hitzentwicklung verglühen, und die Kohlen, welche vom Strom des Windes selbst ergriffen werden, verbrennen mit einer geringeren Lebhaftigkeit, werden folglich das Gas weniger stark erhitzen und dieses hat dann wieder eine geringere Menge von Wärme an die Schmelzsäule abzusetzen. Daher wird, bei einem schwach gepreßten Winde, selbst bei einer großen Quantität desselben, die Höhe des Schachtes niemals mit dem Vortheil, wie bei einem Winde von stärkerer Pressung, selbst bei einer geringeren Menge (wenn diese auf Luft von atmosphärischer Dichtigkeit reducirt wird) benutzt werden können. Kommt man daher in den Fall, ein Brennmaterial zu benutzen, dessen Beschaffenheit es an sich schon erfordert, einen stärkeren Wind anwenden zu müssen; so wird man den

Vortheil von der Anwendung desselben nur theilweise erfahren, wenn man nicht zugleich höhere Schächte wählt.

Der bis jetzt betrachtete Einfluß der Masse und der Geschwindigkeit des Windes auf die Höhe der Schächte, ist nur ein abgeleiteter Erfolg des Verbrennungsprozesses. Aber die Verhältnisse, unter denen dieser selbst statt findet, haben nicht weniger einen Einfluß auf die Höhe des Schachtraumes. Es sind so eben die Gründe angegeben worden, aus welchen eine Kohle, die bei einer schwachen Pressung des Windes verbrannt wird, eine ungleich geringere Wirkung leistet, als wenn das Verbrennen bei einem stärker gepreßten Winde erfolgt. Die durch die bisherigen Erfahrungen ausgemittelten Pressungen des Windes, bei welchen die verschiedenen leichteren und schwereren Kohlen in den Schachtöfen verbrennen müssen, sind sicher nur die M i n i m a der Dichtigkeit der Luft, bei welchem man noch einen günstigen Erfolg erhalten hat. Man begnügt sich aber in der Praxis sehr gerne mit diesen Minimis, weil eine stärkere Windpressung einen bedeutend größeren Aufwand von bewegender Kraft erfordert, welche man, wenn sie vorhanden ist oder geschafft werden kann, lieber dazu verwendet, die Masse des Windes zu vermehren, um dadurch den Gichtenwechsel zu vergrößern. Ein solches Verfahren setzt aber eine bestimmte Größe des Schmelzraums voraus, wenn die Kohlen nicht mit einem sehr geringen Effekt verbrennen sollen. Um die für den jedesmaligen Zweck erforderliche Temperatur im Schmelzraum hervorzubringen, giebt es, bei weiten Schmelzräumen, nur das Mittel, das Verhältniß des zu verschmelzenden Haufwerkes zu den Kohlen zu vermindern, im Fall die Beschaffenheit des Gebläses die Anwendung eines stärker gepreßten Windes nicht zuläßt, und selbst dies Mittel reicht, bei immer mehr sich erweiternden Schmelzräumen, in solchen Fällen nicht mehr hin, wenn die Strengflüssigkeit des Metalles, oder die Beschaffenheit der Schlacke, die Erzeugung einer ho-

hen Temperatur nothwendig macht. Es folgt hieraus unmittelbar, daß weitere Schmelzräume stets eine unvollkommnere Benutzung der Kohle, als engere, oder zusammengezogene Schmelzräume zur Folge haben.

Die stärkste Hitze im Schachtofen wird sich jederzeit vor der Form entwickeln, weil dort die Verbrennung mit der größten Lebhaftigkeit statt findet. Der Windstrom hat nur einen bestimmten Wirkungskreis, über welchen hinaus die Verbrennung mit geringerer Lebhaftigkeit erfolgt, und welche sich zuletzt so sehr vermindert, daß die erzeugte Hitze nicht mehr hinreicht, die verlangte Wirkung hervorzubringen. Der Erfolg der Verbrennung bei weiten Schmelzräumen wird daher ein großer Aufwand von Kohlen seyn. Hohe Schächte würden unter solchen Umständen wenigstens keine Vortheile, häufig aber große Nachtheile herbeiführen. Daraus erklären sich die Widersprüche in dem Urtheile über die Vortheile und Nachtheile der hohen Ofenschächte, bei welchen man auf die Dimensionen der Verbrennungsräume nicht Rücksicht genommen hat. In den mehrsten Fällen wird die Erhöhung der Oefen, bei weiten Schmelzräumen, mehr nachtheilig als gleichgültig seyn, weil sich die Hitze schon vom Schmelzraum aus sehr ungleich in den verschiedenen Höhen des Schachtes vertheilt und ein Hohlblasen veranlaßt, von welchem ein Hängenbleiben und sodann ein Kippen der Gichten die nothwendige Folge ist. Eine Verminderung des Erzsatzes, also eine noch unvortheilhaftere Benutzung der Kohlen können dieses unregelmäßige Niedergehen der Gichten nicht verhindern, weil die Ursache fortdauert, durch welche dasselbe herbeigeführt wird.

Ein vortreffliches Mittel dies ungleiche Niedergehen der Gichten zu verhindern, welches zugleich mit der vortheilhaftesten Benutzung der Kohlen verbunden ist, folglich auch die Anwendung von hohen Schächten zuläßig macht, besteht darin, daß man den in dem Schmelzraume zu leitenden Windstrom

vertheilt, und daß man ihn nicht durch eine einzige Form in den Ofen bringt. Man muß sich in der That darüber wundern, dies Mittel noch so wenig angewendet zu finden, obgleich es eben so einfach als erfolgreich ist. Schon eine ganz bildliche Darstellung wird genügen, um dies Verhältniß zu verdeutlichen. Wenn die vier Figuren 452 bis 455. eben so viele Schachtdurchschnitte in der Formhöhe darstellen, von denen der eine Schacht mit einer Form, der andere mit zwei einander gegenüberstehenden Formen, der dritte ebenfalls mit zwei Formen, welche aber an den einander anliegenden Seiten angebracht sind, und der vierte Schacht mit drei Formen versehen ist, — und wenn ferner die punktirten Halbkreise die Wirkungskreise des aus den Formen ausströmenden Windes, innerhalb welcher derselbe seine größte nutzbare Wirkung äußert, bezeichnen; so bedarf es wohl keiner weiteren Untersuchung über die Frage: bei welcher von diesen Einrichtungen die vortheilhafteste Wirkung des Windes zu erwarten ist. Der einförmige Ofen wird, unter übrigens ganz gleichen Umständen, niedriger seyn müssen, als der Ofen mit den beiden Formen die sich an zwei anliegenden Seiten befinden; dieser niedriger als der Ofen mit zwei gegenüberstehenden Formen, und dieser endlich niedriger als der dreiförmige Ofen, wenn ein nachtheiliger Erfolg von der zu großen Höhe der Schächte nicht eintreten soll. Aber in eben diesem Verhältniß wird der Kohlenaufwand, um gleiche Wirkungen hervorzubringen, bei dem einförmigen Ofen größer als bei dem zweiförmigen, und bei diesem größer als bei dem dreiförmigen ausfallen. Auf solche Art wird also, bei ganz gleich bleibenden Windquantitäten, die Höhe des Schachtes, oder, was ganz dasselbe ist, die bessere Benutzung der Kohlen, d. h. das größere Verhältniß des Erzes zu den Kohlen, ganz allein von der Art abhängig seyn, wie der Wind in den Schmelzraum geführt wird.

Man sucht sich auf einigen Hütten, bei der Anwendung

von nur einer Form, dadurch zu helfen, daß man dem Schmelzraum und dem ganzen Ofenschacht auf der Formseite eine größere Länge (oder Breite) als auf der entgegengesetzten Seite zutheilt. Zu diesem sehr ungenügenden Hülfsmittel ist man allerdings genöthigt, wenn man sich mehrerer Formen nicht bedienen will, oder wenn die Localverhältnisse deren Anwendung nicht zuläßig machen.

Die Weite der Schächte wird zwar im Allgemeinen auch von der Quantität und Geschicklichkeit, so wie von der Art der Vertheilung des Windes im Schmelzraum abhängig seyn; allein es treten hier noch einige andere Umstände ein, welche näher zu erörtern sind.

Auf einigen Hütten, wo man zwei, aber auf einer und derselben Seite des Schachtes angebrachte Formen antrifft, findet die Einrichtung statt, daß die Formen nicht in einer Horizontale neben einander liegen, sondern daß der einen Form eine höhere Lage als der andern angewiesen ist. Diese Lage der Formen hat bei einigen Hohöfen zum Verschmelzen der Eisenerze einen ganz besonderen Zweck, welcher bei der Metallurgie des Eisens nachgewiesen werden wird. Wo man aber diese besondere Wirkung von der tiefer liegenden Form nicht erwartet, sondern wo beide einen ganz gleichen Zweck, sey es den der Schmelzung, oder den der Reduction und Schmelzung erfüllen sollen; da hat diese relative Lage beider Formen nicht allein keinen Nutzen, sondern sie kann sogar nachtheilig werden, weil der Windstrom aus der unteren Form, die Schlackenmasse, welche von der oberen Form in den Heerd niedergeht, leicht kalt bläßt. Man geht bei dieser Einrichtung von der Ansicht aus, daß es nothwendig sey, dem eigentlichen Schmelzraum eine größere Ausdehnung, der Höhe nach, zu geben, indem man Schächte anwendet, denen man von der Gicht bis zur Form ganz gleiche Dimensionen der Länge und Breite zutheilt. Eine solche Einrichtung, wie sie Fig. 449.

im Grundriß, und Fig. 450. im Durchschnitt darstellt, findet auf einigen Hüttenwerken von Nagy-Banyen statt. — Einer, von der eben erwähnten ganz verschiedenen Einrichtung, liegt eigentlich dieselbe Ansicht zum Grunde. Man zieht den Raum über der Form zusammen, um dadurch die Hitze besser zu sammeln, oder den Schmelzraum zu erhöhen. Diese Einrichtung ergiebt sich aus der Zeichnung Fig. 451., bei welcher dem Schacht gerade vor der Form die größte Weite gegeben wird. Von dem Punkt, wo er über der Form die größte Zusammenziehung erhalten hat, geht er sodann in gleich bleibenden Dimensionen der Länge und Breite bis zur Gicht fort.

Diese oder ähnliche Einrichtungen haben eigentlich zum Zweck, das Haufwerk länger in der größten Hitze des Schachtes verweilen zu lassen. Ein solches Verweilen ist nothwendig, wenn die Gichten, indem sie vor die Form gelangen, noch nicht gehörig vorbereitet sind, welches bei einer großen Weite des Schmelzraumes und bei der Anwendung von einer Düse, jederzeit der Fall seyn wird. Man muß daher solche Einrichtungen als ein nothwendiges Uebel betrachten, durch welches der Zweck der Operation zwar erlangt, aber nur mit einem großen Aufwand von Brennmaterial erreicht werden kann, indem in den weiten Schmelzräumen ein großer Theil der Kohlen fast wirkungslos verbrennen muß.

Hat man dagegen, durch eine zweckmäßige Benutzung der aus dem Verbrennungsraum strömenden glühenden Gasarten, die Gichten so weit vorbereitet, daß vor der Form nur die Scheidung der Schlacke von dem Metall, oder von dem Schwefelmetall erfolgen darf; so wird man den Schmelzraum so stark zusammen ziehen, als es der Grad der Hitze, welcher für jeden besonderen Fall erzeugt werden muß, nothwendig erfordert. Man wird dem Schacht also gerade vor der Form die kleinsten Dimensionen zutheilen, damit die Kohlen mit dem größten Effekt verbrennen. Dies kann jedoch nur

alsdann geschehen, wenn die Reduction schon über der Form ganz vollständig erfolgt und wenn die Schmelzung so weit vorbereitet ist, daß die Schlacke vor der Form nur in den Zustand der vollkommnen Flüssigkeit kommen dürfen. Bei niedrigen Oefen würde ein solches Verfahren nicht anwendbar seyn; eben so wenig bei hohen Oefen, deren Höhe ziemlich gleichgültig ist, wenn nämlich aus deren Schmelzraum keine so stark glühenden Gasarten aufsteigen, daß die Schmelzsäule im Schacht gehörig erhitzt werden kann. Es läßt sich deshalb auch allgemein behaupten, daß in allen Schächten, bei welchen die stärkste Zusammenziehung in der Formhöhe keinen günstigen Erfolg hervorbringt, das Brennmaterial am schlechtesten benutzt wird. Ein solcher Erfolg zeigt nämlich an, daß es den Schichten an Hitze gefehlt hat, welche ihnen durch die glühenden Gasarten aus dem Schmelzraum nicht mitgetheilt werden konnte. Unter welchen Umständen diese Mittheilung geschehen wird, ist vorhin ausführlich erörtert, aber auch zugleich bemerkt worden, daß die Höhe der Schächte durch den Druck der Schmelzsäule und durch den Aggregatzustand der Kohle und des zu verschmelzenden Haufwerkes begränzt werde, wenn auch die Masse, die Geschwindigkeit und die Vertheilung des Windes, als die nothwendigen Bedingungen vorhanden sind, unter welchen die Anwendung hoher Schächte zuläßig und dadurch zugleich die Vorbereitung des Haufwerkes, folglich die vortheilhafteste Benutzung des Brennmaterials möglich ist.

Es giebt indeß noch ein anderes Mittel, durch welches sich die größere Höhe des Schachtes, wenn diese wegen des Druckes der Schmelzsäule, oder wegen des Aggregatzustandes der Kohlen und der Erze unzuläßig ist, ersetzen läßt. Durch die Höhe des Schachtes soll den glühenden Gasarten Gelegenheit gegeben werden, ihre Wärme vor dem Entweichen aus der Gicht, abzusetzen. Findet diese Höhe an den erwähnten Umständen ihre Gränze, so wird die Weite des Schachtes

ein Mittel darbieten, die Quantität der Kohlen und der Erze im Schachtraum, ohne eine Erhöhung der Schmelzsäule zu vermehren. Diese größere Weite wird allerdings nur unter denselben Verhältnissen von Nutzen seyn, unter welchen sich die Erhöhung der Schächte vortheilhaft erweiset; allein sie wird dazu dienen, daß den glühenden Gasarten die Hitze entzogen wird, ohne diesen Erfolg durch eine Erhöhung der Schmelzsäule herbeiführen zu dürfen. Man wird dabei die Einrichtung zweckmäßig nur auf solche Art treffen können, daß sich der Schacht, von der Form ab, erweitert, so daß die Formhöhe selbst immer der eigentliche Schmelzpunkt bleibt, bis zu welchem die Gichten nach und nach, in einer stets zunehmenden Temperatur niedersinken. Bei den Hohöfen zum Verschmelzen der Eisenerze hat man sich schon längst solcher Einrichtungen bedient und die größte Weite des Ofens den Bauch oder den Kohlensack genannt. Bei diesen Oefen ist es in vielen Fällen nothwendig, den Schmelzraum dadurch zu vergrößern, daß man ihn noch bis zu einer gewissen Höhe mit geringen Dimensionen der Länge und Breite fortführt. Diese Verhältnisse finden bei den Hohöfen zum Verschmelzen der Erze von den leichter reducirbaren Metallen nicht statt. Ein längeres Verweilen in der concentrirten Hitze würde zuweilen sogar nicht einmal vortheilhaft seyn, weshalb die Erweiterung des Schachtes, von der Form an gerechnet, in schnelleren Verhältnissen erfolgen kann. Je kleiner der Aggregatzustand der Erze ist, und je mehr man ein Zerdrücken der Kohlen zu befürchten hat, mit desto größerem Erfolge wird man die Höhe des Ofens durch die größere Weite ersetzen.

Die Temperatur der Gasarten wird sich in demselben Verhältniß vermindern, in welchem sie ihre Hitze an die Schmelzsäule absetzen. Dies ist ein für die zweckmäßige Vorbereitung der Gichten sehr günstiger Erfolg, indem der gute Gang des Ofens es erfordert, daß die Schichten aus den weniger erhitz-

ten in immer stärker erhitzte Räume niedersinken. Aber die Abnahme der Temperatur würde zu rasch vorschreiten, oder es würde, bei einer geringen Höhe der Oefen, den Gasarten die Hitze nicht vollständig entzogen werden und man würde sich nicht alle Vortheile von der Anwendung der glühenden Gasarten verschaffen können, welche sie darbieten, wenn man die Erweiterung des Schachtes bis zur Gicht fortsetzen wollte. Deshalb ist es zweckmäßig, den Schacht in einer gewissen Höhe wieder zusammen zu ziehen und dadurch das zu rasche Ausströmen der Gase aus der Gicht zu verhindern. Je höher die Oefen seyn können, desto weniger nachtheilig werden die weiten Gichtöffnungen seyn, weil das Gas die Wärme bereits abgegeben hat; dagegen werden weite Gichten, bei niedrigen Oefen, nur eine unvollkommne Benutzung der Hitze der Gasarten zulassen. Bei Schächten von bedeutender Höhe können sehr enge Gichten sogar nachtheilig werden, worüber bei der Metallurgie des Eisens die näheren Erörterungen werden gegeben werden.

Ueber die Zweckmäßigkeit oder Unzweckmäßigkeit der verschiedenen Schachtconstruktionen, welche die Zeichnungen Fig. 456 bis 460. darstellen, wird sich nun leicht ein Urtheil fällen lassen. Schächte, wie Fig. 456. sie darstellt, wird man aus den entwickelten Gründen, als die zweckmäßigsten anerkennen müssen. Die Dimensionen der Höhe und Weite sind überall von der Menge, Geschwindigkeit und Vertheilung des Windes im Schmelzraum abhängig. — Schächte, welche, wie die Zeichnung Fig. 457. zeigt, bei der Gicht nicht zusammengezogen sind, würden nur bei sehr hohen Oefen, wie sie beim Verschmelzen der Blei- Silber- und selbst der Kupfererze nicht, oder sehr selten angewendet werden, zu empfehlen seyn, und noch weniger würden Schächte wie die Zeichnung Fig. 458. sie darstellt, eine vollkommne Benutzung des Brennmaterials gestatten. Ganz zu verwerfen ist die Construktion der Schächte,

wie sie aus der Zeichnung Fig. 459 sich ergiebt, weil sie den glühenden Gasarten den Durchgang durch die Schmelzsäule erschwert, und weil sie die Unvollkommenheiten, welche bei der Schachtconstruktion nach der Zeichnung Fig. 451. entwickelt worden sind, in einem noch höheren Grade besitzt. — Schächte, die von der Form bis zur Gicht in ganz gleichen Dimensionen fortgehen, würden sich der Construktion nähern, wie sie in der Zeichnung Fig. 460. angegeben ist. Wenn bei solchen Schächten eine gute Windführung statt findet, so werden sie nur dann ein günstiges Verhältniß des Erzsatzes zum Kohlensatz gestatten, wenn sie hoch genug sind, um den Gasarten alle Wärme zu entziehen. Sie werden aber, wegen des weniger zusammengezogenen Schmelzraums, den Schächten Fig. 457 und 458. in der Wirkung nachstehen. Nächst der Schachtconstruktion wie sie die Zeichnung Fig. 456. zeigt, würde immer die Einrichtung der Schächte, welche Fig. 457. darstellt, am mehrsten zu empfehlen seyn, und die letztere vorzüglich in dem Fall, wenn sich aus dem zu verschmelzenden Haufwerk flüchtige Oxyde entwickeln, die sich an den Wänden des Schachtes absetzen und die so genannten Schwämme oder Ofenbrüche bilden, welche leicht zu einem Versetzen, oder zu einer Verengerung des Schachtes, und zu einem unregelmäßigen Niedersinken der Schichten Veranlassung geben.

Ueber die Gestalt der Schächte in den Horizontaldurchschnitten von der Gicht bis zur Form wird wenig zu sagen seyn. Es ist kein Grund vorhanden, von der regelmäßigen Gestalt dieser Durchschnittsflächen abzugehen. Die Kreisfläche entspricht den Bedingungen einer gleichen Vertheilung des in dem Schacht aufsteigenden Luftstroms am vollständigsten; sie bietet zugleich die größte Fläche dar und vereinigt mit diesen Vorzügen noch den Vortheil, daß sich runde Kernschächte mit den geringsten Schwierigkeiten und in der größten Vollkommenheit einsetzen lassen.

2. Der Flammenofen.

In den Schachtöfen lassen sich nur solche Operationen vornehmen, bei welchen die Schmelzung ohne Zutritt der atmosphärischen Luft, oder die mit einer Schmelzarbeit verbundene Reduction eines oxydirten Metalles bezweckt wird. Wenn es aber die Absicht ist, ein Metall, ein Erz u. s. f. zu oxydiren, oder einen oxydirten Körper auf einen andern Körper, mit Ausschluß der Kohle, wirken zu lassen; so sind die Schachtöfen, wie es von selbst einleuchtet, durchaus unpassend. Man bedient sich zu solchen Operationen der Oefen, in welchen die Erhitzung bloß durch Mittheilung der Wärme bewerkstelligt wird, welche die Flamme des zu verbrennenden Brennmaterials an den Körper und an die Wände der Räume absetzt, in welchen der Körper erhitzt, oder geschmolzen werden soll. Der Flammenofen gestattet also eine ungleich allgemeinere Anwendung als der Schachtofen, denn es ist klar, daß derselbe zu den einfachen Umschmelzprozessen, zu dem Aussaiger schmelzen, zu den reducirenden und zu den oxydirenden Schmelzprozessen angewendet werden kann, indem man das Reductionsmittel, so wie der Gang des Prozesses es erfordert, ganz weglassen, oder in einer gewissen Periode der Arbeit, oder gleich zu Anfange derselben zusetzen kann. Eben so läßt sich der Zutritt der Luft zu den erhitzten Räumen, durch zweckmäßige Vorkehrungen, ganz oder theilweise verhindern, oder, wenn es nothwendig ist, sogar durch Anwendung von Gebläsen befördern, durch welche der Luftstrom unmittelbar auf den erhitzten oder geschmolzenen Körper gerichtet werden kann. Für manche Operationen läßt sich daher der Flammenofen durch einen Schachtofen gar nicht ersetzen. Nur bei der Reduction der Oxyde des strengflüssigen Eisens, und bei dem Verschmelzen der armen Erze, bedient man sich vorzugsweise der Schachtöfen, weil das Brennmaterial durch die unmittelbare Berüh-

rung mit dem zu reducirenden und zu schmelzenden Körper, in den Schachtöfen ungleich vortheilhafter benutzt werden kann, als durch die Flamme in den Flammenöfen.

Die zum Verbrennen des Brennmaterials erforderliche atmosphärische Luft wird bei den Flammenöfen nicht durch ein Gebläse, sondern durch den natürlichen Luftzug herbeigeschafft. Der Raum, in welchem das Brennmaterial verbrannt wird, — der Feuerungsraum (auch wohl der Windofen von den älteren Metallurgen genannt) — steht mit dem zu erhitzenden Raum, in welchem sich das Erz oder überhaupt der Körper befindet, — dem Arbeitsraum im Allgemeinen, oder nach Umständen dem Schmelzraum oder dem Glühraum, — in einer so unmittelbaren Verbindung, daß sich die Flamme, weil sie keinen anderen Ausweg findet, aus dem Feuerungsraum in den Arbeitsraum begeben muß. Die Verdünnung der Luft in diesen Räumen, als eine Folge der Erhitzung durch die Flamme, bewirkt einen Luftzug, oder ein Zuströmen der atmosphärischen Luft unter den Rost, auf welchem das Brennmaterial im Feuerungsraum verbrennt, oder überhaupt zu diesem Raum, auch wenn, — wie es zuweilen geschieht, — das Brennmaterial nicht auf einem Rost liegt. In einigen Fällen bedarf es keines anderen Mittels zur Beförderung des Luftzuges, sondern die verdünnte Luft in den genannten Räumen reicht schon hin, um das Brennmaterial mit einer solchen Lebhaftigkeit verbrennen zu lassen, daß der Arbeitsraum hinlänglich erhitzt wird. In anderen Fällen muß das Gleichgewicht der Luft in einem höheren Grade aufgehoben werden, um einen stärkeren Luftzug und ein lebhafteres Verbrennen hervorzubringen. Man bewirkt dies dadurch, daß man die Flamme, oder das glühende Gas, nicht unmittelbar aus dem Arbeitsraum in die Atmosphäre treten läßt, sondern sie in einen senkrechten Canal leitet, welcher den Namen: Esse, erhalten hat. Je höher die Esse ist, desto mehr wird der Luft-

zug befördert werden, weil mit der zunehmenden Höhe der Druck der atmosphärischen Luft abnimmt, die verdünnte Luft also, beim Heraustreten aus der Esse, um so weniger Widerstand findet. Man leitet aber die Flamme selten unmittelbar aus dem Arbeitsraum in die Esse, sondern man verbindet beide durch einen anderen kurzen Canal, welcher der Fuchs genannt wird. Wenn ein solcher Fuchs nicht vorhanden ist, so steht der Flammenofen so nahe an der Esse, daß die Flamme vermittelst einer Oeffnung in dem Arbeitsraum, in die Esse geführt werden kann. Diese Oeffnung heißt dann die Fuchsöffnung; aber es ist nicht zu empfehlen sich mit solchen Fuchsöffnungen bei Oefen in welchen eine starke Hitze erzeugt werden muß, zu begnügen, weil sich eine solche Oeffnung durch Wegschmelzen der Ränder leicht erweitert, wodurch die Flamme mit einer ganz veränderten Geschwindigkeit auszuströmen veranlaßt werden würde.

Die Fläche, auf welcher der zu glühende oder zu schmelzende Körper im Arbeitsraum ruhet, also der Boden oder die Sohle des Flammenofens, wird der Heerd genannt. Der Heerd wird mit dem Gewölbe umschlossen und dieses Gewölbe umfaßt zugleich den Arbeitsraum (Heerdraum) und den Feuerungsraum. Die senkrechte Mauer, welche den Heerd von dem Rost, oder überhaupt von dem Feuerungsraum trennt, heißt die Brücke. Wenn das Brennmaterial auf einem Rost liegt, so befindet sich unter demselben der Aschenfall, durch welchen zugleich die atmosphärische Luft in den Feuerungsraum gelangt.

Bei jedem Flammenofen hat man mindestens drei Oeffnungen zu unterscheiden. Die eine, welche sich in dem Feuerungsraum, — und wenn ein Rost vorhanden ist, über demselben — befindet. Sie dient zum Eintragen des Brennmaterials und wird im Allgemeinen das Schürloch (die Einschüröffnung) genannt. Die zweite, welche zum Heerde führt

und die Bestimmung hat, den zu glühenden oder zu schmelzenden Körper auf den Heerd zu bringen und nach beendigter Operation wieder heraus zu nehmen. Letzteres geschieht zuweilen durch eine besondere Oeffnung, zuweilen, — wenn eine flüssige Masse abgelassen werden soll, — durch eine Stichöffnung. Die dritte Oeffnung ist der Fuchs, oder die Fuchsöffnung, zur Ableitung der Flamme aus dem Arbeitsraum. Wenn zum Oxydiren des auf dem Heerde befindlichen Körpers, ein Windstrom aus einem Gebläse erforderlich ist, so muß im Arbeitsraum noch eine besondere Oeffnung für die Form angebracht seyn.

Dies sind ganz im Allgemeinen die Einrichtungen, welche bei jedem Flammenofen angetroffen werden. Bei der Verbindung der einzelnen Theile finden indeß sehr große Verschiedenheiten statt, welche der Absicht entsprechen, die durch die Behandlung der Körper in den Flammenöfen erreicht werden soll. Die Lage des Feuerungsraums gegen den Heerdraum weicht bei solchen Flammenöfen, welche als Gefäßöfen dienen, oft sehr von den gewöhnlichen Einrichtungen ab; auch läßt man die Flamme aus dem Arbeitsraum zuweilen wohl unmittelbar aus Oeffnungen im Gewölbe des Ofens abziehen, oder man setzt die Gefäße unmittelbar der Wirkung der Flamme aus, ohne sie auf einen Heerd zu stellen u. s. f. Von solchen, zu speciellen Zwecken eingerichteten Oefen, zu welchen auch die Treib- und Gaaröfen (Spleißöfen) gehören, wird bei den Metallen die Rede seyn, bei welchen sie in Anwendung kommen. Eben so müssen auch besondere Einrichtungen, die eines bestimmten Zweckes wegen getroffen sind, der Erörterung in der speciellen Metallurgie des Eisens, Bleies, Kupfers u. s. f. vorbehalten bleiben.

Ein wesentliches Erforderniß bei der Anwendung der Flammenöfen ist ein feuerfestes Material für diejenigen Theile des Ofens, welche einer starken Hitze ausgesetzt sind. Es läßt

sich dazu kein anderes Material als ein höchst feuerbeständiger Thon anwenden, welcher mit zerpochten Stücken von schon gebrauchten feuerfesten Ziegeln, oder, in Ermangelung derselben, mit einem Theil gebranntem Thon versetzt werden muß. Die Ziegeln müssen in der heftigsten Hitze gebrannt worden seyn, damit sie nicht mehr schwinden und dadurch zu weiten Fugen und Rissen Veranlassung geben. Alle Ziegel, besonders diejenigen für die Gewölbe, müssen in Chablonen geformt werden, um ganz genau an einander zu passen. Als Mörtel bedient man sich eines ganz dünnen Breies von feuerfestem Thon, mit welchem die Flächen der Ziegel, jedoch nur sehr dünne, bestrichen werden. Die Gewölbe nicht aus Ziegeln aufzuführen, sondern aus feuerfestem Thon zu schlagen, ist selten zu empfehlen. Die Theile des Ofens, welche von der Hitze am mehrsten leiden, sind die Brücke, das Gewölbe mit seinen Widerlagern, der Fuchs und die innere Essenmauer, wenigstens im ersten Drittel der Höhe. Der Heerd besteht größtentheils entweder aus einer Schlackenmasse, oder aus Sand, oder aus einem Gestübbe von Koaks. Auch auf das äußere Gemäuer, in welches die feuerfesten Ziegeln eingesetzt werden, die den inneren Raum des Ofens bilden, ist eine große Sorgfalt zu verwenden. Man verankert dies Gemäuer auf verschiedene Weise mit eisernen Platten, welche durch gegossene oder geschmiedete Stäbe zusammengehalten werden. In neueren Zeiten läßt man den ganzen äußeren Theil des Ofens auch wohl aus einem von eisernen Platten zusammengesetzten Gehäuse, oder aus einem Mantel bestehen, welcher etwa die äußere Gestalt des Ofens hat und welcher als die Rauhmauer bei den Schachtöfen anzusehen ist, in welche der Ofen aus feuerfesten Ziegeln eingesetzt wird. — Den Heerd läßt man selten auf einer massiven Mauer ruhen; gewöhnlich stellt man ihn auf einem gemauerten Bogen, gleicht die dadurch entstehenden verschiedenen Höhen mit Schutt oder mit Schlacken

aus, welche zugleich die Stelle der Abzüchte vertreten, und legt auf diese Ausfüllung den eigentlichen Heerd. Statt der gemauerten Bogen wendet man aber noch einfacher zuweilen eiserne Platten an, die auf eisernen Tragesäulen ruhen. — Bei der Stellung der Oefen hat man so viel als möglich dahin zu sehen, daß stets frische — nicht erwärmte — Luft unter den Rost treten kann. Der Aschenfall muß daher auch eine bedeutende Höhe haben, nöthigenfalls mit Röschen zur Herbeiführung von frischer Luft, auch wohl mit Wasserbehältern unter den Roststäben versehen seyn, damit die durch den Rost hindurchfallenden glühenden Kohlen sich sogleich ablöschen und den Aschenfall nicht zu sehr erwärmen. — Der Zutritt der atmosphärischen Luft über dem Rost muß dadurch gänzlich vermieden werden, daß die Roststäbe, wenn sie auf ihren Rostbalken liegen, den ganzen Zwischenraum zwischen den Balken und dem Gewölbe über dem Rost, an der offenen Seite des Aschenfalles, wo die Luft hinzutritt, ausfüllen.

Ein sehr wichtiger, aber auch zugleich der kostbarste Theil bei allen Flammenöfen die desselben bedürfen, ist die Esse. Sie muß zuweilen eine Höhe von 60 Fuß und darüber erhalten, weshalb sie auch einen kostbaren Fundamentbau erfordert. Es ist einleuchtend, daß eine Esse ihren Zweck höchst unvollkommen erfüllen wird, wenn die Mauerung Risse und Sprünge erhält, weil die kältere atmosphärische Luft dann sogleich hineindringen und einen Gegendruck bewirken würde, wodurch die Geschwindigkeit der in der Esse aufsteigenden verdünnten Luftsäule vermindert wird. Deshalb müssen die Essen mit einem Futter aus feuerfesten Ziegeln versehen seyn, wozu man, wenigstens für das erste Drittel der Höhe, ganz vorzüglich gute Ziegel auswählen muß. Man macht das Futter unabhängig von der äußeren Mauer und füllt den Zwischenraum mit locker liegenden Massen aus. Aber nicht allein bei dieser Futtermauerung, sondern überhaupt bei der ganzen Es=

senmauerung, ist es nicht genug zu empfehlen, starke Fugen mit aller Sorgfalt zu vermeiden und sehr gut gebrannte feste Ziegeln anzuwenden. Die obere Mündung der Esse muß mit einer eisernen Klappe versehen seyn, von welcher eine Zugstange hinabgeführt wird, vermittelst welcher die Klappe ganz geschlossen, oder mehr und weniger geöffnet werden kann. Zwei oder drei Oefen eine gemeinschaftliche Esse zuzutheilen ist sehr vortheilhaft, theils weil dadurch bedeutend an Kosten gespart werden kann, theils weil die Essenschächte mehr gegen die Abkühlung gesichert sind. Es versteht sich, daß jeder Ofen seinen eigenen Essenschacht erhält und daß nur die äußere Mauer (die Rauhmauer) allen gemeinschaftlich angehört. — Hohe Essen haben, wenn sie ganz frei stehen, den Wirkungen der Stürme oft großen Widerstand zu leisten. Man giebt den Essen unten stärkere, oben aber immer abnehmend schwächere Mauerung, damit die unteren Schichten oder Absätze die oberen tragen können und damit der Druck auf das Fundament vermindert wird. Bei guten und zuverläßigen Mauermaterialien, nämlich bei der Anwendung von stark gebrannten und festen Ziegeln und von solchem Mörtel, der an der Luft zu einem so hohen Grade der Festigkeit erhärtet, daß er nicht weniger fest wird, als die Ziegel selbst, bedarf es der sehr kostbaren Verankerung der Essen nicht. Es genügt dann schon, wenn in einzelnen Abständen einige Queranker durch die Maurung gelegt werden. In der Fig. 497. ist eine solche Esse dargestellt. Der Querschnitt des Essenschachtes ist ein Quadrat von 20 Zoll. Zwischen dem Futter von feuerfesten Steinen und der äußeren Mauer der Esse befindet sich eine 2 Zoll starke Füllung, die mit Koaksasche, Lehm und Hohofenschlacke ausgefüllt ist, um beim Ausdehnen des Futters das Springen der äußeren Mauer zu verhindern, auch die Hitze im Essenschacht mehr zusammen zu halten. Diese Esse ist mit ihrem Futter, mit der Füllung und mit der Rauhmauer, ohne Ver-

ankerung von Eisen, in die Höhe geführt. Eine sehr gewöhnliche Art der Verankerung mit Querankern, welche durch die Mauerung gelegt sind und deren an der äußeren Mauerfläche hervorragenden Köpfe, durch Längenanker fest gehalten werden, stellt die Zeichnung Fig. 498. dar. Zu solchen Ankern bedient man sich der geschmiedeten Stäbe, indem die gegossenen zu wenig Festigkeit besitzen. — Eine andere äußere Gestalt, welche man den Essen auch häufig zutheilt, zeigt die Zeichnung Fig. 499. Die Rauhmauer läuft ohne allen Absatz von unten nach oben in gleichmäßig abnehmender Stärke fort. In anderen Fällen giebt man der äußeren Mauer einen Hauptabsatz, wie die Zeichnung Fig. 500. von einer Esse zeigt, welche auf der Petersburger Gießerei aufgeführt ist. Diese Essen stehen ohne alle Verankerung, welches jedoch nur bei einem vorzüglich guten und festen Material und bei der Anwendung eines Mörtels von der vorhin erwähnten Eigenschaft, ausführbar ist. — Zuweilen rückt man die Futtermauer ganz nahe an die Rauhmauer, ohne zwischen beiden einen Raum für die Füllung stehen zu lassen, welches indeß kein lobenswerthes Verfahren ist. Den Füllungsraum ganz unausgefüllt zu lassen, und den Kernschacht durch eine Luftschicht von der Rauhmauer zu isoliren, ist eine Maaßregel die nur durch die Noth gerechtfertiget werden kann. Um dem Kernschacht die erforderliche Festigkeit in solchem Fall zu geben, müssen, von einer Entfernung zur anderen, einige Ziegel mit der Rauhmauer bündig gemacht, oder beide Schächte müssen an einzelnen Punkten unmittelbar mit einander verbunden werden.

Die Zeichnung Fig. 501. zeigt die Construktion der Essen, welche bei den Flammenöfen auf der Eisenhütte zu Walker Colliery, einige Meilen unterhalb Newcastle, erbaut worden sind. Diese Essen haben eine Höhe von 41 Fuß engl. Sie ruhen auf vier gegossenen eisernen hohlen Säulen von 6 Fuß Höhe, 9 Zoll Durchmesser und $\frac{3}{4}$ Zoll Eisenstärke. Die

Unterlage dieser Säulen ist eine, auf einem massiven Fundament liegende Bodenplatte; die Säulen selbst tragen eine ähnliche gegossene eiserne Platte, wie sie in der Zeichnung Fig. 502. besonders dargestellt und auf welcher die massive Esse aufgeführt ist. Die Esse besteht aus einer äußeren Umfassungsmauer von gewöhnlichen Ziegeln, und aus einer inneren, nur 4 Zoll dicken Futtermauer von feuerfesten Ziegeln, welche in einer Entfernung von 2 Zoll von der äußeren Mauer in die Höhe geführt ist. Die Futtermauer ruht auf vier, 4 Zoll breiten geschmiedeten eisernen Stäben, welche auf den 6 Zoll langen und breiten Vorsprüngen a, a, a, a Fig. 502. aufgelegt sind. Auf diese Art wird zwischen der äußeren und der inneren Mauer ein 2 Zoll breiter hohler Raum gebildet, durch den die äußere atmosphärische Luft hindurchströmt, die innere Futtermauer abkühlt und das schnellere Wegschmelzen derselben verhindert. Eine Verankerung der Esse ist nicht vorhanden. In der Zeichnung Fig. 501. stellen dar:

- a. Die Bodenplatte
- b. Die Säulen
- c. Die Sohlplatte für die Mauerung

} sämmtlich aus gegossenem Eisen.

- d. Die geschmiedeten eisernen Lagerstäbe, welche die Futtermauer tragen.
- e. Die äußere Umfassungsmauer von gewöhnlichen Ziegeln, unten 15 und oben 10 Zoll stark.
- f. Den hohlen, 2 Zoll breiten Raum zwischen der äußeren und der inneren Mauer.
- g. Die innere, 4 Zoll dicke Futtermauer aus feuerfesten Ziegeln. Um dieser Mauer Stabilität zu geben, sind in unbestimmten Entfernungen 6 Zoll lange Ziegel angewendet, welche die äußere Umfassungsmauer berühren.
- h. Der eigentliche Essenschacht, 30 Zoll (engl.) im Quadrat.
- i. Die Deckplatte von Gußeisen.

k. Die Klappe von Eisenblech mit der Vorrichtung zum Oeffnen und Schließen der Esse.

l. Die Zugstange oder der Drath.

Eine solche Einrichtung der Essenmaurung ist durchaus verwerflich, weil durch den Raum f eine starke Abkühlung der Esse veranlaßt, folglich die Geschwindigkeit des in dem Essenschacht aufsteigenden Luftstroms vermindert wird. Man ist indeß in solchen Fällen dazu genöthigt, wenn die feuerfesten Ziegel, aus welchen die Futtermauer besteht, nur einen geringen Grad von Feuerbeständigkeit besitzen, so daß man das schnelle Wegschmelzen der Futtermaurung, ohne die äußere Abkühlung durch den Raum f, befürchten muß.

Wenn zwei Oefen, wie es gewöhnlich geschieht, eine gemeinschaftliche Esse erhalten, so liegen beide Oefen entweder neben einander an einer langen Seite der Esse; oder sie liegen einander gegenüber, ein jeder an einer schmalen Seite der Esse. Die erste Einrichtung gewährt den Vortheil, daß auch die beiden Flammenöfen eine gemeinschaftliche Seitenmauer und Widerlage für das Gewölbe erhalten können; sie läßt sich indeß nicht immer ausführen und man ist oft genöthigt, sich nach den im Hüttengebäude vorhandenen Räumen zu richten. — Den untersten Absatz, oder den so genannten Fuß der Esse, führt man entweder in ganz massiver Mauerung bis zum Essenfundament hinunter; oder man läßt den Fuß aus eisernen Tragesäulen und Platten bestehen, die auf sehr verschiedene Art construirt seyn können. Bei der ersten Einrichtung stehen die Oefen neben der Esse und werden mit derselben vermittelst eines längeren Fuchses verbunden, welcher in der erforderlichen Höhe durch die Rauhmauer und durch den Kernschacht geführt ist und in die Essen einmündet. Eine solche Einrichtung findet bei den Essen statt, die in den Zeichnungen Fig. 497 bis 500. dargestellt sind. Bei der anderen Einrichtung kann man die Flammenöfen zum Theil unter die Es-

sen stellen, nämlich sie so weit in die Esse hineinrücken, daß der kurze Fuchs unmittelbar unter dem Essenschacht ausmündet. Die Trageständer ruhen auf eisernen Sohlplatten, welche in dem massiven Essenfundament eingelegt sind, und dienen den Trageplatten oder Tragebalken, über welchen die Esse aufgeführt wird, zur Grundlage. Durch diese Einrichtung wird sehr an Raum gewonnen, welches bei einer größeren Zahl von Oefen von Wichtigkeit ist, auch wird die Hitze im Ofen mehr zusammen gehalten, weil es der langen Füchse nicht bedarf, welche immer einige Abkühlung der Flamme veranlassen. Die Trageständer sind von gegossenem Eisen. Sie erhalten die Gestalt von Platten, die mit Rippen versehen sind, welche ihnen eine größere Festigkeit ertheilen, oder von viereckigen Ständern, oder von runden Säulen, die massiv oder hohl seyn können u. s. f. Die Tragkraft dieser Ständer muß natürlich der Last angemessen seyn, welche sie zu tragen haben. — Eine Einrichtung solcher Art zeigen die Zeichnungen Fig. 503 bis 508. Sie stellen eine Doppelesse dar, bei welcher ein jeder von den beiden Oefen an der kurzen Seite der Esse liegt. Der Kernschacht ist von der Rauhmauer nicht durch eine Füllung getrennt, und die Esse ist in der gewöhnlichen Art durch Quer- und Längenanker verankert. Die Ecken der Essenmauer bestehen aus Quadersteinen. Die Fig. 503. ist die äußere Ansicht der langen Seite der Esse. a und a sind verschließbare Oeffnungen, durch welche man unter die Esse, oder unter den Fuchs gelangt, um die Schlacken, welche vom Heerde des Flammenofens niedergestoßen werden, herausnehmen zu können. — Fig. 504. ist die äußere Ansicht der schmalen Seite der Esse. b bedeutet die Oeffnung im Kernschacht, welche zu dem unmittelbar unter der Esse befindlichen Fuchs führt. — Fig. 505. ist der Längendurchschnitt nach der langen Seite der Esse, wo c die durch die Mauer gelegten Queranker bedeuten. — Fig. 506. ist ein Längendurchschnitt nach der kurzen Seite

der Essen. — Fig. 507. ist ein Querdurchschnitt nach der Linie ab der äußeren Ansicht der langen Seite der Esse, und Fig. 508. ein Querdurchschnitt nach der Linie cd, aus welcher die Lage der Queranker in der Mauerung und die Abtheilungen für die beiden Schächte in der Esse ersichtlich sind. Zuweilen giebt man, um Kosten zu sparen, beiden Essenschächten in der Doppelesse, an den beiden einander zugekehrten Seiten, ein gemeinschaftliches Futter; allein diese Ersparung ist nicht anzurathen, weil beide Schächte dadurch ganz von einander abhängig werden.

Eine andere Art der Essenconstruktion und Verankerung stellen die Zeichnungen Fig. 509 bis 523. dar. Die beiden Oefen liegen neben einander an der langen Seite der Doppelesse, deren vier Ecken mit aufrecht stehenden gegossenen eisernen Winkel= oder Eckplatten a eingefaßt sind, welche theils durch die auf den Absätzen angebrachten Platten (Regenplatten) b, theils durch die geschmiedeten eisernen Bänder c, welche in jeder Absatzhöhe umgelegt worden sind, zusammen gehalten werden. Die Regenplatten b dienen nicht allein zur Verankerung der Esse, sondern auch dazu, daß sie Regen und Schnee von der Mauerung abhalten. Die Regenplatte, welche die Oberfläche der Esse einfaßt, ist zugleich der Rahmen für die Klappe, welche den Essenschacht verschließt. In den Zeichnungen ist Fig. 509. die äußere Ansicht der langen Seite der Esse. Die Räume R, R zwischen den Trageständern der Esse sind auf der einen langen und auf den beiden kurzen Seiten zugemauert; auf der zweiten langen Seite dienen sie zur Aufnahme der Flammenöfen. Die Gewölbe Q, Q sind wohl verwahrte Blendungen, welche keinen anderen Zweck haben, als um durch sie in den Essenschacht gelangen zu können, wenn derselbe einer Ausbesserung bedarf. — Fig. 511. ist die äußere Ansicht der schmalen Seite der Esse. — Fig. 510. der Längendurchschnitt nach der langen Seite der Esse mit den beiden

Essenschächten. — Fig. 512. zeigt die Lage der Tragebalken über dem Essenfuß, auf welchen die Essenmauerung aufgeführt ist. — Fig. 513. ist ein Querdurchschnitt nach der Linie ef (Fig. 509.) des Essenfußes. — Fig. 514. ein Querdurchschnitt nach der Linie gh unmittelbar über den Tragebalken, welcher auch die Eckplatte a im Durchschnitt zeigt. — Fig. 515 und 516. ein Querdurchschnitt nach der Linie ik und lm der Esse, mit dem Durchschnitt der Eckplatten a, und mit der oberen Ansicht der Bänder c, und Fig. 516. der Regenplatte b. — Fig. 518. ein Querdurchschnitt nach der Linie no der Esse, und Fig. 517. die untere Ansicht der mittleren Regenplatte. — Fig. 520. stellt die Essenmündung, und Fig. 519. die untere Ansicht der Deckplatte auf derselben, dar. — Fig. 523. ist eine specielle Darstellung des Eckverbandes für die geschmiedeten eisernen Bänder c. — Fig. 522. ist eine vordere Ansicht der Essenmündung, und zwar von der langen Seite der Esse. — Fig. 521. ist die vordere Ansicht der Essenmündung, von der kurzen Seite der Esse. Die Klappe zum Oeffnen und Schließen des Essenschachtes ist mit dem kürzeren Arme eines Hebels verbunden, mit dessen längerem Arme eine dünne geschmiedete Stange in Verbindung steht, welche bis in die Hütte hinabreicht. Die Befestigung der Unterlage für den Hebel an der oberen Deckplatte, ergiebt sich deutlich aus der Zeichnung. — Die hier dargestellte Esse hat nur eine geringe Höhe, indem sie zu einem Eisenfrischofen gehört, wobei man sie nicht höher anwendet. Höhere Essen erhalten ungleich stärkere Mauerungen.

Weil der Essenschacht die Bestimmung hat, als ein Canal zu dienen, in welchem sich ein Luftstrom schnell bewegen soll; so ist es einleuchtend, daß die Wände möglichst glatt gehalten werden müssen, um die Friction zu vermindern. Die Gestalt des Querschnittes ist ziemlich gleichgültig. Man wendet aber fast allgemein viereckige Schächte

an, weil sich diese, wenigstens bei Doppelessen, ungleich leich- ter construiren lassen. Den Fuchs muß man trichterförmig, und zwar die größere Fläche nach dem Essenschacht gekehrt, in die Esse einmünden lassen, weil durch einen solchen trichter- förmigen Ansatz an der Fuchsöffnung im Flammenofen, die Ausströmung der Dämpfe und der Luft aus dem Ofen in den Essenschacht beschleunigt wird. Wenigstens ist diese Ein- richtung bei denjenigen Flammenöfen zu treffen, in welchen eine starke Hitze hervorgebracht werden soll. — Die erhitzte Luft setzt einen bedeutenden Theil ihrer Wärme schon in den tieferen Räumen des Essenschachtes, an den Wänden desselben ab, so daß sie in dem oberen Theile des Schachtes nicht mehr so stark ausgedehnt ist, als in dem tieferen Theile. Man hat daher geglaubt, daß man den Essenschacht mit einer Verjün- gung nach oben zuführen könne. Bei ungemein hohen, oder bei schlecht construirten Essen, in welchen die Wärme nicht zusammengehalten wird, würde es gerade nicht nachtheilig seyn, wenn man dem Esseinschacht oben geringere Dimensio- nen als unten zutheilt; allein die Geschwindigkeit der Luft- strömung nimmt von unten nach oben bedeutend ab, so daß man sogar genöthigt seyn würde, die Essen nach oben verhält- nißmäßig zu erweitern, wenn die Luft nicht abgekühlt und dadurch in einen geringeren Raum gebracht würde. Wie sich die Abnahme der Geschwindigkeit und die Verminderung des Volumens gegen einander verhalten, so müßten auch eigent- lich der Flächeninhalt des oberen zu dem des unteren Quer- schnitts des Essenschachtes eingerichtet seyn. Jene Verhältnisse sind indeß noch so wenig bekannt und außerdem von so au- ßerordentlich vielen zufälligen Umständen bei den Essen der Flammenöfen abhängig, daß es am gerathensten ist, der Er- fahrung zu folgen, nach welcher diejenigen Essenschächte den besten Effekt, d. h. den stärksten Zug, unter übrigens gleichen

Umständen, hervorzubringen scheinen, welche oben und unten eine ganz gleiche Weite behalten.

So überaus wichtig es für die Praxis seyn würde, zuverläßige Verhältnisse zwischen den Dimensionen der einzelnen Theile des Flammenofens festzustellen, welche nach den verschiedenen Graden der Hitze, die man in dem Ofen hervorbringen will, abgeändert werden könnten, so hat es mit diesen Bestimmungen doch nicht gelingen wollen. Man sieht leicht ein, daß die Größe der Roſtfläche, die Größe der Heerdfläche, der Querschnitt des Fuchses, so wie der Querschnitt der Esse und deren Höhe, in einem sehr genauen Verhältniß zu einander stehen, so daß die Wirkung eines Ofens wesentlich verändert wird, wenn nur eine von diesen vier Flächen einen anderen Werth erhält, oder wenn sich die Höhe der Esse verändert. Außerdem haben aber noch viele andere Umstände auf die Wirkung des Flammenofens einen großen Einfluß. Zuerst die Beschaffenheit des Brennmaterials, dessen Entzündbarkeit und seine mehr oder weniger flammende Eigenschaft. Alsdann die Entfernung des Rostes von der Heerdfläche, die Höhe der Brücke, die Entfernung des Gewölbes von der Heerdfläche, die Art und Weise wie der Arbeitsraum vermittelst des Fuchses mit der Esse in Verbindung steht, und endlich die Menge des Brennmaterials, welche sich in jedem Augenblick im Feuerungsraume befindet.

Hohe Brücken halten jederzeit die stärkste Hitze von den Heerden ab, weil die Flamme an der Brücke einen Widerstand findet und durch dieselbe gegen das Gewölbe geleitet wird. Der Heerd, oder der auf demselben befindliche Körper, empfängt dann die Hitze nicht unmittelbar durch die Flamme, sondern, wenigstens großentheils, nur durch das glühende, aber nicht brennende Gas, und durch die von den erhitzten Wänden ausstrahlende Wärme. Man bedient sich der höheren Brücken besonders in solchen Fällen, wenn man den Zutritt des aus

dem Feuerungsraum noch mit in die Höhe tretenden unzerlegten Sauerstoffgases der atmosphärischen Luft, zu dem Körper auf dem Heerde, verhindern will. Bei der großen Geschwindigkeit, mit welcher die Luft durch den Rost und durch das darauf befindliche Brennmaterial strömt, ist eine vollkommne Zerlegung derselben durchaus nicht zu bewirken, weshalb ein leicht oxydabler Körper, welcher dem heftigen Flammenstrom ganz unmittelbar ausgesetzt wird, auch die Einwirkung der mit fortgerissenen unzerlegten atmosphärischen Luft um so schneller erfährt, je höher die Temperatur ist, in welche er durch die Flamme versetzt wird. Wenn man sich des Ausdrucks bedient, daß man einen Körper der Stichflamme im Flammenofen nicht aussetzen müsse; so versteht man darunter, daß er durch eine Brücke gegen die unmittelbare Berührung mit dem aus dem Feuerungsraum aufsteigenden Flammenstrom geschützt werden soll. Je schneller der Flammenstrom über den Heerd wegstreicht, je stärker also der Zug des Ofens ist, desto mehr ist eine unvollkommne Zerlegung des Sauerstoffgases in dem Feuerungsraum zu erwarten, desto sorgfältiger muß daher der Körper durch die Brücke geschützt werden, wenn es darauf ankommt, die atmosphärische Luft in der hohen Temperatur von ihm abzuhalten.

Obgleich der Flammenofen, aus dem eben erwähnten Grunde, kein Mittel darbietet, den Körper der Einwirkung des Sauerstoffs vollkommen zu entziehen; so wird sich diese Einwirkung doch sehr vermindern lassen, wenn man den Rost möglichst tief legt, d. h. möglichst weit vom Heerde entfernt, damit das noch nicht zerlegte Sauerstoffgas Gelegenheit erhält, sich mit den noch nicht verbrannten Gemengtheilen der Flamme zu vereinigen, ehe diese den Heerd erreicht. Dies Mittel würde aber den großen Nachtheil der unvollkommnen Benutzung des Brennmaterials zur Folge haben, obgleich die Erfahrung es allerdings bestätigt, daß (bei einer und dersel-

ben Art des Brennmaterials) die Flamme um so mehr oxydirend wirkt, je höher der Rost liegt, oder je geringer die senkrechte Entfernung der Rostfläche von der Heerdfläche ist. — Ein anderes Mittel die Flamme nach Umständen mehr oder weniger oxydirend wirken zu lassen, besteht darin, daß man die Rostfläche mit einer geringeren oder mit einer größeren Menge von Brennmaterial bedeckt hält. Dies Verfahren, von welchem der Grund des Erfolges sehr einleuchtend ist, wird bei allen Heiz- und Schmelzprozessen in den Flammenöfen stets angewendet, und es giebt kein anderes Mittel, den Körper auf dem Flammenofenheerde gegen die Einwirkung des Sauerstoffs zu schützen, als die Anwendung der Brücke und einer recht hohen Säule von Brennmaterial. Weil die höheren Brücken aber nothwendig immer zu einer unvollkommnern Benutzung des Brennmaterials Veranlassung geben, als die niedrigeren Brücken; so erhöhet man dieselben nicht ohne Noth, sondern man bedient sich lieber des zweiten Mittels. Wenn es dagegen die Absicht ist, den Körper auf dem Heerde des Ofens zu oxydiren, so wird entweder gar keine, oder eine sehr niedrige Brücke, und eine sehr flache Bedeckung des Rostes mit dem Brennmaterial anzuwenden seyn.

Außer von der Höhe der Brücke hängt die vollkommnere Benutzung des Brennmaterials in den Flammenöfen auch von der Höhe des Gewölbes, oder von der Entfernung desselben vom Heerde ab. Hohe Gewölbe gestatten immer nur eine sehr unvollkommne Benutzung des Brennmaterials, indem sie den Flammenstrom vom Heerde ableiten. Deshalb müssen die Gewölbe nicht bloß möglichst flach konstruirt seyn, sondern sich auch nicht weit von der Fläche des Heerdes entfernen. Hat man besondere Gründe, dem Heerde eine Neigung gegen den Horizont zu geben, so müssen die Gewölbe dieselbe Neigung erhalten, wovon nur in einzelnen besonderen Fällen Ausnahmen statt finden.

Die höhere oder die tiefere Lage des Rostes wird, wie schon erwähnt, nicht durch den Umstand bestimmt, ob der Körper mehr oder weniger der Einwirkung der unzersetzt gebliebenen Luft ausgesetzt werden soll; sondern sie richtet sich ganz allein nach der Beschaffenheit des Brennmaterials. Ein solches Brennmaterial, welches beim Verbrennen mit einer kürzeren Flamme brennt, erfordert einen höher liegenden Rost; bei einem mit sehr langer Flamme verbrennenden Brennmaterial, muß ein tiefer liegender Rost angewendet werden. Bei der Feuerung mit Holz muß also der Rost tiefer liegen als bei der Feuerung mit so genannten fetten Steinkohlen, und bei diesen tiefer als bei der Anwendung der mageren Steinkohlen. Die Torffeuerung würde, in den mehrsten Fällen, Roste erfordern, die tiefer liegen als bei mageren, und höher als bei fetten Steinkohlen. Die Höhe des Gewölbes wird sich jedoch mehr nach der Heizkraft, als nach der Länge der Flamme richten. Daher wird das Gewölbe bei fetten Steinkohlen am höchsten seyn können; bei mageren Steinkohlen würde es niedriger, und bei der Feuerung mit Torf und Holz noch niedriger seyn müssen, weil die Flammen von Holz und Torf weniger unzerlegte, d. h. noch nicht verbrannte Bestandtheile enthält als die Flamme von fetten Steinkohlen.

Ein anderer Umstand von großer Wichtigkeit und von bedeutendem Einfluß auf die vollkommnere Benutzung des Brennmaterials in den Flammenöfen, ist die Art wie man die Flamme und die glühenden Gasarten aus dem Ofen in die Esse leitet. Es ist hier nicht von solchen Flammenöfen die Rede, bei welchen die Flamme, zu einem gewissen Zweck, aus Oeffnungen in den Ofengewölben, unmittelbar in die Atmosphäre strömt, auch nicht von solchen Flammenöfen, welche überhaupt nicht mit einer Esse versehen sind; sondern von solchen Oefen, bei welchen die Flamme der Esse durch den Fuchs zugeführt wird. Daß der Fuchs am entgegengesetzten Ende

des Feuerungsraums vorhanden seyn muß um die Flamme zur Erhitzung des Ofens vollständig zu benutzen, versteht sich von selbst. Man wendet aber nicht immer einerlei Verfahren bei der Verbindung des Arbeitsraums im Ofen mit dem Essenschacht vermittelst des Fuchses an. Zuweilen wird der Fuchs oben im Gewölbe, zuweilen an einer Seite, zuweilen unten, im Niveau des Heerdes angebracht. Liegt der Fuchs im Gewölbe, so streicht die Flamme längs desselben fort und setzt die Hitze mehr am Gewölbe als an der Heerdfläche ab. Befindet er sich an einer Seite des Ofens, so erfolgt die Erhitzung des Heerdes zwar etwas vollkommner, aber die Seite des Ofens, folglich auch des Heerdes, an welcher sich der Fuchs befindet, wird stärker erhitzt als die an andere. Deshalb ist es nothwendig, den Fuchs dem Heerde möglichst nahe zu legen, ihm wo möglich die ganze Breite des Heerdes zunächst der Esse zur Länge zu geben, und die Höhe nach den sogleich näher zu erörternden Umständen auszumitteln. Die Vergrößerung oder Verkleinerung der Durchschnittsfläche des Fuchses, also des Querschnitts desselben, folglich die Größe der Ausströmungsöffnung für die Flamme, läßt sich, mit Bequemlichkeit und Zuverläßigkeit, nur bei Füchsen bestimmen und abändern, welche im Niveau der Heerdfläche angebracht sind. Diese Veränderung in der Größe der Ausströmöffnung ist aber fast das einzige Mittel zur Regulirung des Zuges bei Flammenöfen, deren Dimensionen schon bestimmt sind und sich während des Gebrauches der Oefen nicht mehr abändern lassen; so daß es schon aus diesem Grunde nothwendig seyn würde, die Füchse niemals im Gewölbe des Ofens, oder seitwärts ausmünden zu lassen, wenn mit einer solchen Einrichtung nicht auch noch die vorhin erwähnte Mangelhaftigkeit verbunden wäre.

Je größer, bei gleich bleibender Rostfläche, die Heerdfläche des Flammenofens ist, desto vollständiger kann der Flamme

und den glühenden Gasarten die Wärme entzogen werden, ehe sie durch die Fuchsöffnung abziehen. Käme es also nur auf die größtmöglichste Benutzung des Brennmaterials allein an; so würde das Verhältniß des Heerdes zum Rost recht groß gewählt und die Einrichtung so getroffen werden müssen, daß die Flamme lange im Arbeitsraum zurück gehalten wird. Das längere Verweilen der Flamme im Ofen, läßt sich aber durch die größere Verminderung der Ausströmöffnung, nämlich durch die Verkleinerung der Querschnittsfläche des Fuchses, bewerkstelligen. Ein solches Verhältniß der drei Flächen zu einander, würde folglich die Wirkung hervorbringen, daß die durch das Verbrennen des Brennmaterials entwickelte Wärme, möglichst vollständig im Arbeitsraum des Ofens abgesetzt wird. Durch die ununterbrochen fortdauernde Anhäufung der entwickelten Wärme, würde der Körper nach und nach bis zu dem Grade der Temperatur, den die Flamme selbst besitzt, erhitzt werden können, wenn die Ofenwände die empfangene Wärme nicht fortwährend an die Atmosphäre absetzen, oder wenn der Ofen von einem absoluten Neichtleiter der Wärme umgeben werden könnte. Es giebt aber kein Mittel, den Wärmeverlust durch Leitung zu verhindern, und daher wird die verlangte Temperatur im Ofen nur hervorgebracht werden können, wenn die durch die Leitungsfähigkeit der Ofenwände verloren gehende Wärme, immer wieder ersetzt wird. Ein solcher Ersatz läßt sich nur dadurch bewirken, daß der Arbeitsraum in gleichen Zeiträumen mehr Wärme erhält, als ihm durch die Leitungsfähigkeit der Materialien, welche ihn umschließen, entzogen wird. Dieser Zuschuß von Wärme kann nur erfolgen, wenn die Flamme und die glühenden Gasarten, welche einen Theil ihrer Wärme abgegeben haben, entfernt werden, um einer anderen, stärker erhitzten Flamme den Zutritt in den Arbeitsraum möglich zu machen. Je langsamer dieser Zutritt erfolgt, desto mehr Wärme geht durch Leitung verloren und

desto weniger wird es möglich seyn, den Grad der Temperatur hervorzubringen, welchen der Körper für jeden einzelnen Fall erfordert. Verlangt derselbe eine höhere Temperatur, so muß für einen schnelleren Zutritt gesorgt werden, als wenn ein geringerer Hitzgrad erforderlich ist. Im ersten Fall muß, in gleichen Zeiträumen, eine größere Menge von Brennmaterial verbrennen, damit ein schnellerer Wärmezuschuß erfolgen kann. Die durch das Verbrennen sich entwickelnde Wärme wird folglich um so unvollkommner benutzt werden können, d. h. die Flamme und die glühenden Gasarten werden in einem um so stärker erhitzten Zustande, ohne Benutzung ihrer Wärme, entfernt werden müssen, je höher der Grad der Temperatur ist, welchen der Körper verlangt. Es ergiebt sich daraus, daß der Effekt, welchen ein Brennmaterial durch die Flamme hervorbringt, nur für einen bestimmten Grad der Temperatur ausgemittelt werden kann, und daß es bei dieser Bestimmung darauf ankommt, die Quantitäten der verschiedenen Arten des Brennmaterials auszumitteln, welche in gleichen Zeiträumen verbrennen müssen, um jenen Grad der Temperatur hervorzubringen. Bei einem und demselben Brennmaterial wird es lediglich von dem Verhältniß der Menge desselben zu der Zeit in welcher die Verbrennung erfolgt, abhängig seyn, ob durch dasselbe der verlangte Effekt, nämlich der erforderliche Grad der Temperatur, hervorgebracht werden kann. Es ist kein Grund zu dem Zweifel vorhanden, daß die absolute Menge der Wärme die sich bei dem Verbrennen einer bestimmten Quantität eines Brennmaterials entwickelt, nicht immer dieselbe sey, die Verbrennung mag in längeren oder in kürzeren Zeiträumen, also langsamer oder schneller erfolgen. Allein um einen bestimmten Grad der Temperatur hervorzubringen, ist auch eine bestimmte Verbrennungszeit erforderlich, d. h. es muß eine mit der verlangten Höhe der Temperatur im Verhältniß stehende Quantität des Brennmaterials in einem

bestimmten Zeitraum verbrannt werden. Die Wärme, welche bei einem langsamen Verbrennen entwickelt wird, würde für den bestimmten Zweck als ganz verloren zu betrachten seyn, wogegen bei einem zu schnellen Verbrennen, die Temperatur höher steigt als es nöthig ist, so daß das Brennmaterial alsdann nicht die volle Wirkung leistet, welche es hervorbringen kann. Als ein wirklicher Wärmeverlust bei der Benutzung der Brennmaterialien durch die Flamme, oder in einem Flammenofen, kann daher nur derjenige angesehen werden, welcher durch ein zu langsames, oder durch ein zu schnelles Verbrennen veranlaßt wird, weil im ersten Fall der Effekt nicht erreicht, im letzten Fall überschritten wird. Zu den metallurgischen Arbeiten sind aber häufig sehr verschiedene Grade der Temperatur erforderlich, und es würde daher auch, mehr als es geschieht, darauf Rücksicht genommen werden können, die Flamme und die glühenden Gasarten, welche in einem so hohen Zustande der Temperatur abgeführt werden müssen, daß die erforderliche Erhöhung der Temperatur im Arbeitsraum des Flammenofens erfolgen kann, noch zu anderen Zwecken zu benutzen, bei welchen ein minder hoher Grad der Temperatur ausreichend ist. Man würde daher die Flamme aus einem Ofen in einen zweiten, vielleicht sogar in einen dritten leiten können, ehe sie aus der Esse an die Atmosphäre tritt. Solche Einrichtungen sind vorzüglich bei theurem Brennmaterial und bei solchen Anlagen zu empfehlen, wo in den Flammenöfen eine starke Hitze hervorgebracht werden muß, bei welcher nothwendig viele stark erhitzte Gasarten durch die Esse verloren gehen.

Um die Umstände näher zu untersuchen, unter welchen ein bestimmter Effekt in den Flammenöfen hervorgebracht werden kann, ist es nothwendig, eine sich gleich bleibende Beschaffenheit des anzuwendenden Brennmaterials vorauszusetzen. Es ist bekannt, daß die Brennmaterialien nicht eine gleiche Heizkraft besitzen, d. h. daß gleiche Quantitäten von verschiedenen

Brennmaterialien in gleichen Zeiträumen verbrannt, nicht eine gleiche Erhöhung der Temperatur hervorbringen. Der Grund ist in der chemischen Zusammensetzung, nämlich in der Menge des Sauerstoffgases zu suchen, welches sie zum vollständigen Verbrennen erfordern. Außerdem scheint aber die größere oder geringere mechanische Auflockerung nicht ohne sehr bedeutenden Einfluß zu seyn, weil sich dadurch der verschiedene Grad der Entzündbarkeit bestimmt, welcher bald vortheilhaft, bald nachtheilig einwirken kann. Abgesehen von diesem letzten Verhältnisse, muß bei Brennmaterialien von geringerer Heizkraft, wie es sich von selbst versteht, in gleichen Zeiträumen eine mit dieser minderen Erhitzungsfähigkeit im Verhältniß stehenden größere Quantität verbrannt werden, um den Arbeitsraum im Flammenofen zu derselben Temperatur zu erheben.

Durch die Größe der Roststäche wird, — bei gleich starker Zuströmung der atmosphärischen Luft, — die Quantität des Brennmaterials bestimmt, welches in einer gewissen Zeit verbrannt werden kann. Es bedarf keiner weiteren Erörterung, daß auf größeren Rostflächen unter jener Voraussetzung in derselben Zeit eine größere Menge Brennmaterial verbrennt, als auf kleineren. Aus diesem einfachen Erfolge ergiebt sich aber das Mittel, welches man anzuwenden hat, um einen bestimmten Grad der Temperatur in dem Arbeitsraum des Flammenofens, unter übrigens gleichen Umständen, hervorzubringen. Dies ist nämlich das Verhältniß der Heerdfläche zur Rostfläche, welches um so größer seyn kann, je geringer die Temperatur ist, welche hervorgebracht werden soll, und welches um so geringer seyn muß, je höher der Grad der Hitze ist, den der zu behandelnde Körper erfordert. Bei einem zu kleinen Verhältniß der Rostfläche zur Heerdfläche würde es ganz unmöglich seyn, irgend einen bestimmten Grad der Temperatur im Arbeitsraum zu überschreiten, weshalb die kleinen Röste niemals Vortheil gewähren, häufig aber Nachtheil veranlassen

können. Bei einem größeren Verhältniß der Roſtfläche zur Heerdfläche als nöthig iſt, um mit einem beſtimmten Brennmaterial den verlangten Grad der Temperatur hervorzubringen, hat man nur alsdann einen überflüſſigen Aufwand an Brennmaterial zu befürchten, wenn man kein Mittel beſitzt, die Verbrennungszeit zu vergrößern, oder in einer gewiſſen Zeit weniger Brennmaterial verbrennen zu laſſen, als es nach der Größe der Roſtfläche geſchehen kann; d. h. wenn man ſich nicht im Beſitz des Mittels befindet, den Zug des Ofens zu vermindern. Ein ſolches Mittel bietet ſich aber durch die Größe der Ausſtrömöffnung für die Flamme, oder durch die Größe des Querſchnittes des Fuchſes dar. Größere Roſte gewähren daher den Vortheil, daß man auch Brennmaterialien von geringerer Heizkraft anwenden kann, welche auf kleinen Roſten nicht Raum finden würden, ohne daß man dabei einen zu großen Aufwand von Brennmaterialien befürchten darf, wenn man die Fuchsöffnung ſo verkleinert, daß der Zug des Ofens geſchwächt, alſo die Flamme und das glühende Gas länger in dem Arbeitsraum des Ofens zurück gehalten werden. Bei unſeren, noch ſehr mangelhaften Kenntniſſen von der Heizkraft der Brennmaterialien, oder von den Verbrennungszeiten für beſtimmte hervorzubringende Temperaturen, und bei den vielen zufälligen Umſtänden, durch welche die Verbrennung, — ſey es durch die veränderliche Schwere, Temperatur und durch den Feuchtigkeitsgehalt der Atmoſphäre, oder durch die Richtung der Windſtrömungen, wodurch der Zutritt der atmoſphäriſchen Luft unter den Roſt und der Austritt der erhitzten Luft aus der Eſſenmündung, bald befördert, bald erſchwert wird, — theils beſchleunigt, theils verzögert werden kann, iſt es jederzeit rathſam, das Verhältniß der Roſtfläche zur Heerdfläche größer einzurichten, als es unter den günſtigſten Umſtänden nöthig ſeyn würde. Man entgeht dadurch dem Wärmeverluſt, der aus der zu langſamen Verbrennung jederzeit ent-

springt, ohne sich dem Wärmeverlust auszusetzen, welcher eine Folge des zu raschen Verbrennens ist. Ein vortheilhafter Betrieb des Flammenofens wird folglich, — wenn Rost- und Heerdfläche in einem solchen Verhältniß zu einander stehen, daß der erforderliche Grad der Temperatur mindestens hervorgebracht werden kann, — nur alsdann möglich seyn, wenn man den Zug des Ofens reguliren, oder die Verbrennungszeiten so abändern kann, als es der zu erreichende Zweck für jeden Fall nöthig macht. Daß aber die größeren Roste, unter einer solchen Voraussetzung, jederzeit eine bessere Benutzung des Brennmaterials gestatten, als die kleineren Roste, ergiebt sich aus den dargestellten Verhältnissen und wird durch die Erfahrung bestätigt. Kleine Roste, durch welche man nothdürftig den verlangten Effekt hervorbringt, haben stets einen sehr großen Brennmaterialienverbrauch zur Folge, weil dem Ofen der stärkste Zug gegeben werden muß, welchen man darin nur hervorbringen kann, wodurch aber ein großer Theil der Wärme in die Esse geführt wird, welches bei solchen Oefen weniger der Fall ist, in welchen sich durch das größere Verhältniß des Rostes zur Heerdfläche, eine stärkere Erhitzung durch eine weniger rasch bewegte Flamme bewirken läßt. Vorzüglich sind aber große Roste bei solchen Oefen zu empfehlen, in welchen der Zutritt des Sauerstoffs zur Heerdfläche vermieden werden soll, weil durch die weniger starke Bewegung des Luftstroms, eine vollständigere Zerlegung des Sauerstoffgases erlangt wird. Die Besorgniß, durch zu große Roste den Brennmaterialienverbrauch zu vergrößern, ist so wenig gegründet, daß in der Anwendung von großen Rosten vielmehr das Mittel liegt, eine Ersparung an Brennmaterial zu bewirken, vorausgesetzt daß der Zug des Ofens durch die Fuchsöffnung gehörig regulirt wird.

Das lebhaftere Verbrennen des Brennmaterials auf dem Rost wird durch solche Mittel herbeigeführt, welche dazu die-

nen können, die Produkte des Verbrennens, nämlich die Flamme und die Gasarten schnell zu entfernen. Wir wissen schon, daß dies durch die Esse geschieht, in welcher sich, durch die glühenden Gasarten selbst, ein verdünnter Raum bilden soll, aus welchem das Gas schnell ausströmt. Je größer die Verdünnung ist, desto mehr wird das Ausströmen befördert werden. Der Grad der Verdünnung hängt aber von der Quantität der Wärme ab, welche der Esse zugeführt wird, und daher würde in einer engeren Esse die Verdünnung vollständiger als in einer weiteren zu bewerkstelligen seyn, wenn nicht zugleich auf den Umstand Rücksicht genommen werden müßte, daß die Esse, als ein Abflußcanal, auch eine zureichende Weite besitzen muß, um die Ausströmung, durch starke Friction der Luft an den Wänden, nicht zu erschweren. Bei zu engen Essen ist ein Aufwand von Kraft erforderlich, um der Luftsäule die zum Ausströmen erforderliche Geschwindigkeit zu ertheilen. Diese Kraft ist keine andere als der Druck der von unten nach oben wirkenden atmosphärischen Luft. Ist daher, bei engen Essen, ein starker Luftdruck nothwendig, um die Luftsäule in Bewegung zu setzen, so kann nur eine schwache Verdünnung über der Roststäche bewirkt werden und es tritt dann der Erfolg ein, daß sich die Luftschichten unter dem Rost nicht schnell erneuern können. Man pflegt dann zu sagen, daß der Ofen einen schlechten Zug habe. Dieser schlechte Zug kann aber auch durch zu weite Essen herbeigeführt werden, wenn nämlich, wegen des großen räumlichen Inhaltes der Esse, nur eine geringe Erwärmung, folglich nur eine schwache Verdünnung der Luftsäule bewirkt werden kann. Die Luftsäule wirkt dann mit ihrem absoluten Gewicht der ungleich leichteren verdünnten Luft im Arbeitsraum des Flammenofens entgegen, und vermindert auf solche Art den Zug. Es ist daher im Allgemeinen wohl einleuchtend, warum größere Roste, um den erforderlichen Zug hervorzubringen, weiterer Essen, und kleinere

Roste engerer Essen bedürfen, auch ist der Grund leicht einzusehen, warum bei zu engen Essen für große Roste, und bei zu weiten Essen für kleine Roste niemals der Grad der Hitze im Flammenofen erzeugt werden kann, welcher sich, bei einem angemessenen Verhältniß beider Flächen, durch das Brennmaterial hervorbringen läßt; allein die Weite des Essenschachtes für eine gegebene Roststäche und für einen bestimmten Grad der Temperatur der im Flammenofen hervorgebracht werden soll, festzustellen; dazu reichen unsere Erfahrungen nicht hin. Es ist indeß immer sicherer, — wenigstens bei Oefen, in welchen eine starke Hitze erzeugt werden soll, — sich der zu weiten, als der zu engen Essen zu bedienen, und durch die Fuchsöffnung die Größe der Ausströmöffnung zu bestimmen. Auch bei den kleinsten Flammenöfen nimmt man die Esse nicht kleiner als 12 Zoll im Quadrat, weil sich bei geringeren Dimensionen der Kernschacht, oder das Futter nicht auswechseln läßt. Größere Oefen, in welchen eine starke Hitze hervorgebracht werden soll, erfordern Essen von 20—30 Zoll im Quadrat. Eine größere Weite als die von 30 Zoll im Quadrat scheint niemals erforderlich zu seyn.

Eine größere Höhe der Esse wird dagegen immer dazu beitragen, den Zug des Ofens zu verstärken, weil der Druck der Atmosphäre bekanntlich mit der größeren Höhe abnimmt, folglich eine mit der Höhe der Esse im Verhältniß stehende leichtere Luftsäule auf die Essenmündung drückt, und von der Luftsäule in dem Niveau der Roststäche zu überwinden bleibt. Ganz überflüssig würde nur diejenige Höhe der Esse seyn, in welcher sich die im Essenschacht befindliche Luftsäule schon bis zur Temperatur der äußeren Luft abgekühlt hätte. So hohe Essen werden aber schwerlich jemals aufgeführt werden. Eine höhere Esse wird folglich unter allen Umständen einer niedrigeren vorzuziehen seyn. Weil die höheren Essen aber bedeutend größere Anlagekosten als die niedrigeren erfordern; so be-

schränkt man sich gerne auf geringere Höhen und richtet sich nach der Größe der Temperatur, welche der Arbeitsraum des Flammenofens erhalten muß. Essen von 80 Fuß Höhe sind die höchsten, welche man bis jetzt angewendet hat. Für geringere Grade der Hitze macht man sie wohl nur 20—25 Fuß hoch, obgleich die niedrigeren Essen unter allen Verhältnissen dazu beitragen werden, das Brennmaterial mit einem geringeren Vortheil zu benutzen.

Das Resultat der bis jetzt angestellten Betrachtungen besteht darin, daß diejenigen Flammenöfen die vortheilhafteste Benutzung des Brennmaterials gestatten, in welchen der für den jedesmaligen Zweck erforderliche Grad der Temperatur, durch ein Verhältniß der Rostfläche zur Heerdfläche, und durch eine mit der Rostfläche im Verhältniß stehende Höhe und Weite der Essen, erzeugt werden kann, bei welchen der Ofen das Maximum der Wirkung, nämlich das Maximum der Temperatur, welche sich überhaupt in dem Ofen hervorbringen läßt, noch nicht erreicht hat. Nur bei einem solchen Verhältniß wird es möglich seyn, die Flamme länger im Arbeitsraum zurück zu halten, ohne sie durch die nachfolgenden, stärker erhitzten Luftschichten zu schnell ersetzen zu müssen, oder dem Ofen einen starken Zug geben zu dürfen. Deshalb werden auch diejenigen Flammenöfen den geringsten Verbrauch an Brennmaterial veranlassen, bei welchen zwar alle Bedingungen zur Hervorbringung eines starken Zuges vorhanden sind, ohne jedoch von demselben bis zu dem Grade Gebrauch machen zu dürfen, daß nur durch die Verstärkung des Zuges bis zu dessen Maximum, der erforderliche Grad der Temperatur in dem Arbeitsraum des Flammenofens hervorgebracht wird. — Bei einem bestimmten Verhältniß der Rostfläche zu der Fläche des Heerdes, und bei einem bestimmten Brennmaterial, wird es ein Maximum der Leistung des Ofens, nämlich ein Maximum der darin hervor-

zubringenden Temperatur geben, welches sich nicht überschreiten läßt, ohne die Roſtfläche zu vergrößern, oder ein Brennmaterial von stärkerer Heizkraft anzuwenden. Dies Maximum der Wirkung wird durch ein gewisses Verhältniß der Größe der Roſtfläche zu der Größe des Querschnittes des Fuchses bestimmt, welches sich nur durch die Erfahrung allein ausmitteln läßt. Wird die Fuchsöffnung über dieses Maximum vergrößert, so zieht die Flamme zu schnell ab, und die Temperatur wird sich, bei einem solchen Verhältniß der Roſtfläche zu der Ausströmöffnung, nicht mehr erhöhen lassen, wohl aber wird der Kohlenverbrauch steigen müssen, um den Ofen in der verlangten Temperatur zu erhalten. Vermindert man dagegen die Fuchsöffnung, so wird der Zug des Ofens geschwächt und die Temperatur kann das Maximum nicht mehr erreichen. Befinden sich die Roſt- und die Heerdfläche gerade in dem Verhältniß zu einander, daß die verlangte Temperatur nur bei dem Maximo der Wirkung hervorgebracht werden kann; so muß der Ofen den stärksten Zug erhalten, der sich, — ohne Ueberschreitung des Maximums der Wirkung des Brennmaterials, — hervorbringen läßt. Warum aber bei einem solchen Verhältniß die vortheilhafteste Anwendung des Brennmaterials nicht statt finden kann, ist vorhin gezeigt worden. Es ergiebt sich daraus, daß das verlangte Maximum der Temperatur nicht durch das Maximum der möglichen Wirkung des Ofens, sondern durch ein Verhältniß des Roſtes zur Heerdfläche hervorgebracht werden muß, welches eine noch größere Temperaturerhöhung möglich macht, um dadurch in den Stand gesetzt zu werden, die Flamme und die erhitzten Gasarten länger in dem Ofen zurück zu halten, als es bei dem schon erreichten Maximo seiner Wirkung ausführbar seyn würde. Oefen die einen außerordentlich starken Zug erfordern, um den verlangten Grad der Temperatur zu erzeugen, werden folglich einen größeren Aufwand von Brennmaterial ver-

anlassen, als diejenige Oefen, in welchen sich derselbe Grad der Temperatur durch einen schwächeren Zug, nämlich durch ein vergrößertes Verhältniß des Rostes zur Heerdfläche, hervorbringen läßt.

Die Regulirung des Zuges, welche, die Verhältnisse der Rostfläche zur Heerdfläche mögen seyn welche sie immer wollen, nothwendig statt finden muß, um die Temperatur des Ofens nicht höher zu steigern als es gerade nothwendig ist, und um die Temperatur, so viel als möglich, gleichmäßig auf dem Heerd zu verbreiten, — kann nur allein durch die Vergrößerung oder Verkleinerung der Durchschnittsfläche des Fuchses bewirkt werden. Man macht die Fuchsöffnung größer als es nöthig zu seyn scheint, um sie nach Erfordern mehr oder weniger verengen zu können. Die Verkleinerung der Fläche geschieht entweder durch einzuschiebende feuerfeste Ziegel, oder, und zwar ungleich zweckmäßiger, durch lockeren Sand, den man, mehr oder weniger hoch, längs der Fuchsöffnung aufschüttet. Man fährt mit der Verengerung der Oeffnung so lange fort, bis die Temperatur im Ofen bis zu dem Grade gesunken ist, welcher für die Operation erfordert wird. Muß man zufällig ein Brennmaterial von geringerer Heizkraft anwenden, und wird aus anderen Gründen eine Verstärkung des Zuges des Ofens nothwendig; so vergrößert man die Fläche der Fuchsöffnung, bis die Temperatur hervorgebracht worden ist. — Bei sehr langen Heerden, oder bei Oefen in welchen eine sehr hohe Temperatur erzeugt werden soll, gewährt die Anwendung eines Dammes von Sand in der Fuchsöffnung das bequemste Mittel, die Temperatur im Ofen so zu stimmen, daß sie bei der Brücke nicht höher ist, als beim Fuchs, oder umgekehrt. Zeigt sich nämlich die Temperatur vor der Brücke geringer als in der Nähe des Fuchses, so ist die Fuchsöffnung noch zu groß, oder der Zug des Ofens noch zu stark und die Oeffnung muß verkleinert werden. Erhitzt

sich der Ofen aber vor der Brücke stärker als an der entgegengesetzten Seite, beim Fuchs, so ist der Zug des Ofens zu schwach und eine Vergrößerung der Fuchsöffnung nothwendig.

Die Gestalt des Heerdes ist auch nicht ohne Einfluß auf die vortheilhafteste Benutzung des Brennmaterials. Weil der Fuchs der Brücke gegenüber liegen muß, damit die Flamme über den ganzen Heerd wegstreiche; so ist es einleuchtend, daß ein großes Verhältniß der Breite zur Länge des Heerdes, — wenn man Länge die Entfernung der Brücke von der Seite des Ofens nennt, an welcher sich der Fuchs befindet, — nicht vortheilhaft seyn kann, indem die Flamme dann schneller aus dem Ofen tritt, als bei einer geringeren Breite und größeren Länge des Heerdes. Man bestimmt die Breite des Heerdes sehr häufig nach der Länge des Rostes, oder macht sie überhaupt von dem Grade der Temperatur, die im Ofen erzeugt werden soll, abhängig.

3. Der Heerd.

Bei den Flammenöfen ward der Heerd derjenige Theil des Ofens genannt, welcher die Sohle des Arbeitsraums bildet, auf welcher die Operation statt findet, die mit dem zu behandelnden Körper vorgenommen werden soll. Bei den Schachtöfen nennt man die Sohle des Ofens, auf welcher sich der geschmolzene Körper ansammelt, ebenfalls den Heerd. Ferner gebraucht man den Namen: Heerd, für diejenigen Gruben oder Bassins, in welche das flüssige Produkt irgend einer Schmelzoperation geleitet wird. Der (deutsche) Metallurg nennt aber auch alle diejenigen Räume: Heerde, in welche Erze oder Hüttenprodukte zu irgend einem Zweck, in unmittelbarer Berührung mit dem Brennmaterial, einer erhöheten Temperatur ausgesetzt werden. Diese Räume werden gewöhnlich aus eisernen Platten zusammengesetzt und häufig mit Kohlenstaub oder mit schwerem Gestübbe ausgefuttert. Die zum

Verbrennen des Brennmaterials erforderliche Luft leitet man gewöhnlich durch Gebläse in jene Räume, und solche Heerde nennt man in Deutschland auch Feuer (Luppenheerd, Luppenfeuer u. s. f.); oder es findet ein natürlicher Luftzug statt (Saigerheerd, Bratheerd mit und ohne Gebläse). Die Heerde kommen vorzugsweise nur bei der Verarbeitung der Eisenerze und bei der Bereitung des Stabeisens aus Roheisen in Anwendung. Sie sind in den mehrsten Ländern noch jetzt zu diesem Zweck ganz allgemein gebräuchlich, so wie sie in einigen Ländern vorzugsweise zur Eisen- und Stahlbereitung unmittelbar aus den Erzen, angewendet werden. Man kann sie, ihrem Zweck nach, als Vorrichtungen betrachten, welche zwischen Schachtöfen und Flammenöfen in der Mitte stehen, weil der in die Heerde geleitete Luftstrom nicht allein zum Schmelzen und zum Reduciren dient, wie bei den Schachtöfen, sondern auch zum Oxydiren, wie bei den Flammenöfen. In vielen Ländern sind die Schachtöfen erst aus den Heerden entstanden; in anderen Ländern hat man sich der Heerde niemals bedient. Die nähere Untersuchung über die Heerde und über die Arbeit in denselben, gehört zur speciellen Metallurgie derjenigen Metalle, bei welchen sie in Anwendung kommen.

Von der Beschickung und Gattirung, und von den Zuschlägen und Flüssen.

Es ist eine uralte Erfahrung, daß bei vielen Erzen, wenn sie verschmolzen werden sollen, ein Zusatz nöthig ist, um sie leichtflüssiger zu machen und dadurch zu verhindern, daß ein Theil des in demselben befindlichen Metalles verschlackt wird. Weil diese Zusätze, — wenigstens in der Regel, — kein Metall enthalten, so scheint es freilich, daß sie nur, indem sie das Haufwerk vermehren, zu einem größeren Brennmaterialienverbrauch Anlaß geben müßten, indem ein Theil der Wirkung

des Brennmaterials dazu verwendet wird, um sie in den flüssigen Zustand zu versetzen. Die Erfahrung lehrt indeß, daß das Brennmaterial ungleich vortheilhafter benutzt wird, d. h. daß das Verhältniß des zu verschmelzenden Haufwerkes zu dem Brennmaterial bedeutend vergrößert werden kann, wenn der zu verschmelzende Körper einen zweckmäßigen Zusatz erhält. Indem er nämlich dadurch leichtflüssiger wird, absorbirt er weniger von dem Auflösungsmittel, welches hier die aus dem Brennmaterial entwickelte Wärme ist. Es findet dabei also dasselbe Verhalten statt, wie bei einigen Salzen, welche man in Wasser auflößt. Der Weinstein ist schwerauflöslich und erfordert beinahe 100 Theile kaltes Wasser zur Auflösung; setzt man mehr Kali hinzu, so absorbirt er so wenig Wasser um flüssig zu werden, daß er sogar an der feuchten Luft zerfließt. Dies, wenn gleich nicht ganz passende Beispiel, dient wenigstens als eine Erläuterung der Erscheinung, daß bei derselben Quantität Brennmaterial mehr Erz verschmolzen werden kann, wenn dasselbe einen Zusatz erhält, als wenn man denselben wegläßt, obgleich dieser Zusatz außerdem noch geschmolzen werden muß.

Ein zu verschmelzendes Erz oder Hüttenprodukt mit einem zweckmäßigen Zusatz vermengen, nennt man in Deutschland: das Erz beschicken, und das Gemenge selbst, welches daraus entsteht, wird die Beschickung (Möllerung, Rost, Schicht, auch Vormaaß) genannt. Man macht diese Beschickung entweder für jeden einzelnen Satz (für jede Gicht), welche in den Ofen gebracht wird, oder für eine bestimmte Quantität von Erzen und Hüttenprodukten, welche, nach der Erfahrung, in einem gewissen Zeitraum verschmolzen werden. Wo jeder einzelne Einsatz, oder jede Gicht abgewogen werden, da macht man auch die Beschickung für den einzelnen Satz. Sehr häufig trägt man aber die Sätze nach einem bestimmten Maaß, oder nach einer Anzahl von Maaßen, in den Ofen.

Alsdann breitet man das zum Verschmelzen bestimmte Erz u. s. f., — welches entweder im Ganzen abgewogen worden ist, oder dessen Quantität man ebenfalls nur dem Maaße nach (wie noch häufig bei den Eisenerzen) bestimmt, — auf einer Ebene (Schichtboden, Beschickungsboden u. s. f.) zu einer Schicht von einer gewissen Höhe aus, und bedeckt diese Schicht ganz gleichmäßig stark mit einer Schicht von dem anzuwendenden Zusatz, deren oft mehr als einer seyn können. Gewöhnlich bilden indeß die Zusätze die Unterlage für das Erz. Von diesem geschichteten Gemenge, oder von dem beschickten Erz wird mit senkrecht geführten Schaufelstichen jedesmal so viel, dem Maaß nach, weggenommen, als zu einem Einsatz angewendet werden soll. Wenn die Schichten ganz horizontal und in gleicher Stärke ausgebreitet sind, so wird sich das Verhältniß des Erzes zu den Zusätzen für die verschiedenen Schaufelstiche ziemlich gleich bleiben.

Die Zusätze selbst erhalten die allgemeine Benennung: Zuschläge, auch nennt man sie wohl Flüsse, letzteres jedoch nur in dem speciellen, obgleich am häufigsten vorkommenden Fall, wenn sie keinen anderen Zweck zu erfüllen haben, als die Schmelzbarkeit des Erzes zu befördern. Viele Zuschläge dienen zwar auch als Flüsse, man nennt sie aber nicht so, weil man ihnen gelegentlich noch einen Theil ihres Metallgehaltes beim Schmelzen entziehen will. Dahin gehören alle Schlacken, welche von einer der vorhergehenden Arbeiten gefallen sind, und welche zwar als Flüsse wirken, aber nur alsdann so genannt werden, wenn es nicht die Absicht ist, einen Metallgehalt aus ihnen zu gewinnen.

Man unterscheidet beschicken und gattiren. Unter Gattiren versteht man ein Vermengen von Erzen, aus welchen zwar ein und dasselbe Metall gewonnen werden soll, welche aber, sey es in Hinsicht ihres Metallgehaltes, oder in Hinsicht auf die Gebirgsarten in welchen das Erz vorkommt, oder in

beiden Hinsichten, von einander abweichen. Besteht die Verschiedenheit in der verschiedenen Beschaffenheit der Gebirgsarten, oder wird die Vermengung der Erze wenigstens aus diesem Grunde vorgenommen, so sind Beschickung und Gattirung gleich bedeutende Begriffe, oder vielmehr es wird durch die Gattirung zugleich der Zweck der Beschickung erreicht, und ein Erz dient dem anderen als Zuschlag. Bei den Erzen edler Metalle gattirt man aber häufig, nicht bloß um die Erze dadurch zugleich zu beschicken, sondern um das Halbprodukt, welches das Resultat des Prozesses ist, nicht zu sehr mit dem edlen Metall anzureichen, oder umgekehrt, um nicht ein an edlem Metall zu armes Halbprodukt darzustellen. In anderen Fällen ist eine solche Gattirung von Halbprodukten, oder auch von Erzen und Hüttenprodukten, nothwendig, um ein Metallgemisch zu erhalten, in welchem sich die Metalle in einem ganz bestimmten quantitativen Verhältniß zu einander befinden.

Obgleich der eigentliche Zweck der Beschickung, nur die Beförderung der Schmelzbarkeit der den oxydirten Metallen oder den Schwefelmetallen beigemengten Gebirgsarten ist; so äußern doch die Zuschläge häufig einen Einfluß auf die durch die Schmelzung darzustellenden Körper, und jederzeit müssen sie, wenn nicht unmittelbar, doch mittelbar, als die Mittel zur Beförderung der Reduction der Metalloxyde und der reineren Abscheidung der Metalle und der Schwefelmetalle von den Schlacken, betrachtet werden. Ohne die Anwendung der Zuschläge würde die Reduction immer sehr unvollständig geschehen, und in jedem Fall nur bei einer außerordentlichen Erhöhung der Temperatur statt finden können.

Einer der häufigsten und wichtigsten Zuschläge, ohne welchen nur sehr wenige Schmelzungen vorgenommen werden, ist der Kalkstein. Je reiner von thonigen und kieseligen Beimengungen man ihn anwenden kann, desto wirksamer ist er.

Man bedient sich des Kalksteins nicht, um Schwefelmetalle (Rohstein, Lech) mit demselben zu verschmelzen, obgleich er dieselben in der Schmelzhitze zersetzen würde, sondern um die den Metalloxyden oder den Schwefelmetallen beigemischten und beigemengten Erden, leichter zu verschlacken. Ganz ohne Einfluß bleibt der Kalkstein indeß nicht auf die Schwefelmetalle, wenn das darzustellende Metall in dem Erz mit Schwefel verbunden ist. Allein diese Wirkung des Kalksteins auf das Schwefelmetall, wird durch die erdigen Bestand- und Gemengtheile des Erzes so sehr geschwächt, daß der Kalkstein nur wenig Schwefel abscheiden und in die Schlacke führen kann. Das Schwefelcalcium verbindet sich nämlich mit den Silikaten der Erden und Alkalien und macht daher, wenn es sich bildet, einen Bestandtheil der Schlacken aus. Ganz von erdigen Beimengungen befreite Schwefelmetalle, welche das Produkt einer vorhergegangenen Schmelzarbeit (des Erzschmelzens, gewöhnlich Rohschmelzen genannt) sind, zerlegt man deshalb nicht durch Schmelzen mit Kalkstein, weil man den Schwefel auf einem einfacheren Wege durch die Röstarbeit, wenigstens zum größten Theil, entfernt, und weil die Abscheidung des Metalles von dem Schwefel, durch Schmelzen mit Kalkstein, eine sehr hohe Temperatur erfordert, wobei ein starker Verbrauch an Brennmaterial statt finden würde. Außerdem würden einige Schwefelmetalle durch den Kalkstein nur sehr unvollkommen zerlegt werden. Um der Beschickung eine größere Leichtflüssigkeit zu ertheilen, würde nur ein Zuschlag von kieseligen Substanzen angewendet werden können, wodurch aber die Einwirkung des Kalksteins auf das Schwefelmetall wieder vernichtet, oder bedeutend geschwächt werden würde. Es kommen indeß Fälle vor, wo der Kalkstein wirklich als ein Zersetzungsmittel des Schwefelmetalles gebraucht wird. — Man wendet den Kalkstein immer im rohen und nicht im gebrannten Zustande an, indem man die Hitze in den Oefen zugleich

zur Austreibung der Kohlensäure benutzt. Um den Kalkstein absichtlich vorher zu brennen, würde man nicht weniger Brennmaterial nöthig haben und die Arbeitslöhne besonders bezahlen müssen. Dennoch würde es, wegen des regelmäßigeren Ganges der Schachtöfen und wegen der minderen Abkühlung derselben, welche durch die Verflüchtigung der Kohlensäure bewirkt wird, vielleicht vortheilhafter seyn, sich des gebrannten Kalkes zu bedienen, wenn derselbe nicht die Eigenschaft besäße, schnell die Kohlensäure und zum Theil auch Feuchtigkeit aus der Luft anzuziehen; wodurch der Zweck des Brennens nur unvollkommen erreicht werden kann. Die Schmelzversuche, welche man mit gebranntem oder ungebranntem Kalkstein angestellt hat, und welche zum Nachtheil des ersteren ausgefallen sind, können das Resultat, welches man daraus gezogen hat, daß nämlich der gebrannte Kalk weniger leiste als der ungebrannte, nicht beweisen, weil bei diesen Versuchen zu wenig Rücksicht auf die Gewichtsverminderung durch die Entfernung der Kohlensäure genommen worden ist. Der gebrannte Kalk hat bei diesen Versuchen also denselben nachtheiligen Erfolg hervorgebracht, welcher sich bei der Anwendung eines zu starken Verhältnisses des ungebrannten Kalkes zur Beschickung, ebenfalls ergeben haben würde. — Sehr unreine, merglige und kieselige Kalksteine, leisten oft nur sehr geringe Wirkung.

Ein Zuschlag, welcher dem Kalkstein bei solchen Erzen vorzuziehen ist, welche keine Bittererde beigemengt enthalten, ist der Dolomit. Auf vielen Hütten bedient man sich wirklich, zum Theil ohne es zu wissen, des Dolomites statt des Kalksteins. Die Silikate der Kalk- und Bittererde sind leichtflüssiger als die Silikate der Kalkerde und sehr viel leichtflüssiger als die Silikate der Bittererde. Welches der Grund dieser Erscheinung ist, läßt sich eben so wenig angeben, als die Ursache, weshalb zwei an sich strengflüssige Körper ein leicht-

flüssiges Gemisch bilden. Man wird daher durch die Anwendung des Dolomites, statt des Kalksteins, leichtflüssigere Schlacken erhalten und an der Quantität des Zuschlages sparen können, obgleich sich freilich nicht alle Hütten in der Lage befinden, daß sie mit Dolomit eben so leicht und wohlfeil als mit Kalkstein versorgt werden können.

Der Flußspath ist einer der vortrefflichsten und wirksamsten Zuschläge, welche man anwenden kann. Dies Mineral gehört indeß zu den seltener vorkommenden Fossilien und gestattet daher nur einen beschränkten Gebrauch. Er giebt mit den Silikaten eine sehr leicht- und dünnflüssige Schlacke und wird daher in den Gegenden, wo man sich denselben verschaffen kann, durch keinen wirksameren Zuschlag zu ersetzen seyn.

Sandstein, und, in Ermangelung desselben, Geschiebe von quarzigen Gesteinen, sind in einigen besonderen Fällen, wenn es auf die Verschlackung des oxydirten Eisens im Erz oder in einem Hüttenprodukt ankommt, sehr wirksame Zuschläge, die für diesen bestimmten Zweck mehr leisten, als irgend ein anderer Zuschlag, welcher, statt des Sandsteins, gewöhnlich in Schlacken besteht.

Die Eisenfrischschlacken, — in so fern man sich derselben nicht zur Benutzung ihres Eisengehaltes bedient, in welchem Fall sie als Eisenerze zu betrachten sind, — lassen sich in manchen Fällen nur schwer durch einen anderen, eben so wirksamen Zuschlag, ersetzen. Sie liefern, weil sie sehr reich an Eisenoxydul sind, welches in nicht zu hohen Temperaturen noch mehr Kieselerde aufzunehmen vermag, ungemein leichtflüssige Schlacken und können in besonderen Fällen, wenn nämlich Bleiglanz in der Beschickung vorhanden ist, auch zur Absonderung des Metalles vom Schwefel dienen, weil sich ein Theil des Eisenoxyduls durch die Kohle reducirt. Auch enthalten sie häufig noch Körnchen von regulinischem Eisen, und dann sind sie zu diesem besonderen Zweck noch wirksamer.

Immer werden sie aber dazu dienen, die übrigen Silikate, welche in die Schlacke geführt werden sollen, leichtflüssiger zu machen. Deshalb sind sie sogar, ungeachtet ihrer basischen Beschaffenheit, auch als Zuschläge bei Erzen, deren Gebirgsart aus Kalkstein besteht, sehr anwendbar. Einen zufälligen Nutzen gewähren sie ferner noch dadurch, daß sie die Beschickung auflockern, welches bei der Anwendung von Schachtöfen, und wenn die zu verschmelzenden Erze sehr zerkleinert sind, oder sich im Zustande der Schliche befinden, von sehr großer Wichtigkeit ist, wie früher gezeigt worden. Die Eisenfrischschlacken werden sich daher zu allen Beschickungen, bei denen es darauf ankommt leichtflüssige Silikate zu bilden, aus welchen das oxydirte Eisen nicht reducirt werden soll, mit dem günstigsten Erfolge anwenden lassen.

Statt der Eisenfrischschlacke wendet man auf den mehrsten Hütten die Schlacken an, welche von der eigenen Arbeit fallen. Diese Schlacken haben immer mehr oder weniger die Zusammensetzung der Eisenfrischschlacken, nur daß die von einigen Arbeiten abfallenden Schlacken schon mehr Kieselerde als die bei anderen Arbeiten entstehenden, aufgenommen haben. Man bedient sich der Schlackenzuschläge theils aus demselben Grunde, aus welchem man die Eisenfrischschlacken anwenden würde, wenn man sie nicht durch die eigenen Schlacken entbehrlich machte, theils um durch das abermalige Verschmelzen wo möglich noch einen Theil des mit verschlackten Metalles wieder zu gewinnen. In wiefern diese Schlacken die Eisenfrischschlacken ganz ersetzen können, oder in einigen besonderen Fällen vielleicht noch wirksamer sind als diese; läßt sich nur nach den Umständen beurtheilen, unter welchen sie erzeugt wurden, und nach den Zwecken zu welchen sie bestimmt sind. Diejenigen Schlacken, welche ungeachtet eines großen Gehalts an Eisenoxydul, durch das schon einmal mit ihnen wiederholte Verschmelzen, mehr Kieselerde aufgenommen haben, als an-

dere, die noch nicht wieder zur Erzbeschickung gekommen sind, werden weniger geneigt seyn, als diese, sich mit neuen Quantitäten Kieselerde zu verbinden. Man giebt daher den noch nicht durchgeschmolzenen Schlacken den Vorzug vor denen, die schon einmal angewendet worden sind, theils wegen ihrer größeren Fähigkeit, Kieselerde aufzunehmen, theils weil sie weniger strengflüssig sind. Dagegen würde man die anderen, an Kieselerde reicheren Schlacken vorzugsweise dann anwenden, wenn die Beschickung viel oxydirtes Eisen enthält, welches verschlackt werden soll, indem man durch die Anwendung eines, durch den großen Gehalt an Eisenoxydul schon sehr basischen Silikates, ein noch mehr basisches Eisenoxydul-Silikat erhalten würde und befürchten müßte, daß sich ein Theil des Oxyduls reducirt, welches dem zu erreichenden Zwecke nicht entspricht. Durch eine unzweckmäßig gewählte Beschickung würde man daher zwar in diesem Fall eine leichtflüssige Schlacke erhalten, welche aber einen großen Ueberschuß von leicht reducirbarem Oxyd enthält, dessen Reduction der Absicht ganz entgegen gewesen seyn würde. — Solche Schlacken von den eigenen Arbeiten, welche nur strengflüssige Silikate und nicht Silikate von Eisenoxydul oder von Manganoxydul in überwiegender Menge enthalten, kann man nicht als Zuschläge anwenden. Man ist vielmehr oft genöthigt, sie durch andere Zuschäge, — durch Eisenfrischschlacken, oder durch andere leichtflüssige Schlacken von den eigenen Arbeiten, — leichtflüssiger zu machen, wenn man sie ihres Metallgehaltes wegen noch einmal schmelzen (verändern) muß. Leichtflüssige Schlacken sind immer ein großer Schatz für die Hüttenwerke, weil sie die anderen Zuschläge theils ganz entbehrlich machen, theils die Anwendung derselben in einem geringeren Verhältniß gestatten. Es giebt Schmelzarbeiten (in Schachtöfen), welche die Reduction eines ganz reinen und leicht reducirbaren Oxydes zum Zweck haben. Bei solchen Reductionsschmelzungen

leisten sehr leichtflüssige Schlacken (vorzüglich Eisenfrischschlacken) sehr wesentliche Dienste, weil sie eine Decke für das schon reducirte Metall bilden und den Verlust durch Verflüchtigung vermindern.

Auf diese wenigen genannten Zuschläge beschränkt sich eigentlich die ganze Anzahl derselben, deren der praktische Metallurg bedarf. Thonhaltige Zuschläge werden nur in höchst seltenen Fällen zweckmäßig anzuwenden, und auch in diesen wenigen Fällen besser durch Schlacken von den eigenen Arbeiten zu ersetzen seyn. — Bei der Anwendung der thonhaltigen Zuschläge muß man mit großer Vorsicht verfahren.

Zu den Zuschlägen im Allgemeinen pflegt man zwar auch das reguliniſche Eisen, die Glätte und andere Substanzen zu rechnen, welche Bleyoxyd enthalten; allein diese Zusätze dürfen niemals als Zuschläge wirken, wenn die Arbeiten mit Umsicht geleitet werden.

Die Schlackenbildung.

Wenn die verschiedenen oxydirten Korper, welche die Bestandtheile oder die Gemengtheile der Erze ausmachen, — sie mögen sich schon von Natur im oxydirten Zustande befunden haben, oder durch die Röstarbeit erst darin versetzt worden seyn, — nicht sehr verschiedene Grade der Temperatur zu ihrer Reduction bedürften, so würde es vielleicht nicht möglich seyn, den metallischen Bestandtheil der Erze von dem erdigen, oder die verschiedenen Metalle von einander, durch die Schmelzarbeiten zu trennen. Die Erfahrung, daß die Erden überhaupt reducirbar sind, ist bekanntlich erst in ganz neuen Zeiten gemacht worden, und wir wissen, daß die Temperatur in unseren Schmelzöfen noch nicht hinreicht, diese Reduction, vermittelst der Kohle, zu bewerkstelligen. Die geringen Quantitäten Silicium, welche in den höchsten Temperaturgraden in den Oefen gebildet werden und mit dem Eisen in Verbindung

treten, können hier füglich ganz unberücksichtigt bleiben. Wir wissen ferner, daß die Reduction eines reinen Metalloxydes durch Kohle, in einer ungleich niedrigeren Temperatur bewerkstelligt werden kann, als wenn dasselbe Oxyd mit anderen oxydirten Körpern verbunden ist. Diese Vereinigung mit anderen Oxyden, wirkt dem Einfluß der Kohle auf den Sauerstoff des Metalloxydes oft in dem Grade entgegen, daß die Reduction auch in den höchsten Temperaturen theils gar nicht, theils unvollständig erfolgt, indem noch immer ein Theil des Metalloxydes in Verbindung mit den anderen oxydirten Körpern in einem verglaseten, oder verschlackten Zustande zurück bleibt. Die Ursache dieses sehr merkwürdigen Erfolges, der einestheils von dem Verbindungszustande des Metalloxyds mit den oxydirten Körpern, anderentheils von dem Grade der Temperatur abhängig ist, in welchem man die Kohle auf die oxydirte Verbindung wirken läßt, ist uns völlig unbekannt. Wir wissen aber, daß uns, um das Metalloxyd aus einer Verbindung mit anderen Oxyden durch Hülfe der Kohlen abzusondern und im metallischen Zustande zu erhalten, zwei Mittel zu Gebote stehen. Das eine Mittel besteht darin, die Temperatur in demselben Verhältniß zu erhöhen, als das Metalloxyd der Einwirkung der Kohle kräftiger widerstrebt; das zweite Mittel darin, die Verbindung durch einen anderen oxydirten Körper zu zerstöhren, welcher die Stelle des Metalloxydes in jener Verbindung vertreten, oder ersetzen kann. Dies letzte Mittel gewährt die größten ökonomischen Vortheile und ist in den mehrsten Fällen das nur allein anwendbare, weil durch eine zu große Temperaturerhöhung nicht bloß das eine Metalloxyd, dessen Metall gewonnen werden soll, sondern auch die Oxyde von den übrigen in der Verbindung befindlichen Metallen, wenn gleich unvollkommen, reducirt und dadurch Metallgemische dargestellt werden würden, die zu einer neuen, oft noch schwierigeren Scheidung Anlaß geben würden.

Die Natur der Verbindungen, welche die Oxyde der Erden und der Metalle in höheren Temperaturen mit einander eingehen, ist erst in neueren Zeiten genauer erforscht worden. Wir wissen jetzt, daß diese Verbindungen sehr verschiedener Grade der Temperatur zu ihrer Bildung bedürfen, und daß einige Oxyde eine so geringe Verbindungsfähigkeit zu einander zeigen, daß es in den höchsten Graden der Temperatur, die sich in unseren Oefen erzeugen läßt, nicht möglich ist, sie mit einander zu einer homogenen Masse zu vereinigen. Eine solche Gleichartigkeit der Masse kann erst entstehen, wenn die Oxyde wirklich schmelzen. Dergleichen geschmolzene Verbindungen nennt man Gläser, oder Schlacken, obgleich der eigentliche glasartige Zustand für solche Verbindungen nicht immer nothwendig ist. Auch die einfachen Oxyde der Erdenmetalle, oder die so genannten Erden, schmelzen in höheren Graden der Temperatur, die jedoch in den Schmelzöfen nicht hervorgebracht werden kann. Eben so geben verschiedene Gemenge von Erden nur zusammengebackene Massen, lassen sich aber erst in solchen Hitzgraden, die in den Oefen gar nicht zu erzeugen sind, in Fluß bringen. Andere Oxyde treten dagegen schon in niedrigen Temperaturen mit einander in Verbindung und bilden mehr oder weniger leichtflüssige Gemische. Die mehrsten Metalloxyde sind viel leichtflüssiger als die Erden, weshalb sie auch vorzüglich dazu geeignet sind, die Schmelzung oder die Verschlackung der Erden zu befördern. Diese Neigung der Metalloxyde sich mit den Erden zu verbinden, ist es aber, welche der Reduction des Oxyds durch die Kohle entgegen wirkt. Man muß daher eine andere Erde, oder ein anderes Metalloxyd anwenden, um die vollständige Reduction des in geringeren Temperaturgraden reducirbaren Metalloxyds zu bewerkstelligen. Es geht daraus hervor, daß diese Reduction in höheren Graden der Temperatur immer vollständiger als in niedrigeren Graden erfolgen, d. h. daß in stärkerer Hitze im=

mer weniger Metalloxyd verschlackt werden wird, als bei geringeren Temperaturen, weil die Hitze die Wirkung desjenigen Oxydes, welches man als Abscheidungsmittel anwendet, unterstützt.

Es ist also ganz allein der Unterschied in den Temperaturen, den die verschiedenen Metalloxyde in ihren verschiedenartigen Verbindungen mit anderen oxydirten Körpern, zu ihrer Reduction bedürfen, welche in den Schmelzöfen hervorgebracht werden muß, um die Reduction zu bewerkstelligen. Je niedriger die Temperatur ist, desto unvollständiger wird die Reduction, unter gleichen Umständen, erfolgen. Die höchste Temperatur würde daher immer die vollkommenste Reduction bewirken, wenn dadurch oft nicht zu viel geleistet, d. h. auch die Reduction von denjenigen Oxyden herbeigeführt werden würde, welche gar nicht reducirt werden sollen. Das Mittel zur Erlangung der richtigen Temperatur besteht bei den Schachtöfen in dem Verhältniß der Erzsätze zu den Kohlensätzen, und bei den Flammenöfen in der Regulirung des Zuges.

Die eben erwähnte, den Zweck der Schmelzarbeit überschreitende Erhöhung der Temperatur, wird zur vollkommnen Reduction des Oxydes immer nothwendig seyn, wenn man durch die erhöhete Temperatur allein, die Trennung des Oxydes von den Erden, die sich in der Beschickung befinden, bewirken will. Obgleich nämlich das Metalloxyd in sehr vielen Fällen nur mechanisch mit den Erden gemengt ist, so wirkt doch die Neigung zur Verbindung desselben mit den Erden, in derjenigen Temperatur, welche die Reduction des Oxydes erfordert, der Wirkung der Kohle auf den Sauerstoff entgegen und befördert die Verschlackung um so mehr, je mehr das Oxyd nothwendig ist, um bei der vorhandenen Temperatur im Ofen, die Verschlackung der Erden möglich zu machen. Je strengflüssiger die aus dieser Erdenverbindung entstehende Schlacke ist, desto mehr wird von dem Oxyd verwendet wer-

den müssen, um die Schlacke bei der bestehenden Temperatur in den flüssigen Züstand zu versetzen, desto weniger von dem Oxyd kann daher zur Reduction gelangen. Wird die Wirkung der Kohle, welche eine Folge der Erhöhung der Temperatur ist, durch den Zusatz eines oxydirten Körpers unterstützt, welcher die Vereinigung der Erden in dieser Temperatur möglich macht, so wird der Erfolg eine vollständige Reduction des Oxydes seyn, dessen Metall dargestellt werden soll. Aber die Reduction wird bei einem solchen Zusatz sogar in einer niedrigeren Temperatur statt finden, weil die Erden zu ihrer Verschlackung des Oxydes in dieser Temperatur nicht mehr bedürfen, so daß dasselbe als in einem freien und ungebundenen Zustande vorhanden, zu betrachten ist. Zweckmäßig gewählte Zuschläge werden also eine Vergrößerung der Erzsätze zu den Kohlensätzen, d. h. eine bessere Benutzung des Brennmaterials gestatten, weil die vollständige Reduction schon in einer bedeutend niedrigeren Temperatur erfolgen kann.

Die vollständige Reduction eines Metalloxydes in der niedrigsten Temperatur zu bewirken, ist also die Aufgabe, welche durch den Schmelzprozeß gelößt werden soll. Die vollständige Abscheidung des Metalles von den Erden wird aber bewirkt werden, wenn die Erden mit denen das Oxyd in den Erzen vereinigt ist, durch angemessene Zuschläge, bei dem Grade der Temperatur, in welcher das Oxyd reducirt wird, in einen flüssigen Zustand versetzt werden. Je leichter sich das Oxyd reduciren läßt, desto schwieriger ist es, dieser Forderung zu entsprechen, weil wir keine Erdenverbindungen kennen, die in so niedrigen Graden der Temperatur schon zum Schmelzen gebracht werden können. Man wird daher immer genöthigt seyn, einen bedeutend höheren Grad der Temperatur anzuwenden, theils um die Erden zu verschlacken, theils um ihnen das Oxyd zu entziehen, durch welches sie in dem niedrigeren Grade der Temperatur nur einen flüssigen Zustand erlangen

konnten. Die Schmelzbarkeit der sich bildenden Schlacken muß daher mit der Reducirbarkeit des Metalloxydes im Verhältniß stehen, und man wird bei einem leichter reducirbaren Oxyd auch leichtflüssigere Schlacken erzeugen müssen, als es bei einem Oxyd nothwendig ist, welches einen höheren Grad der Temperatur zur Reduction erfordert, wenn in beiden Fällen die Reduction in der möglichst niedrigen Temperatur erfolgen soll. Leichtflüssige Schlacken, die nur aus Erde zusammengesetzt wären, kennen wir nicht, und eines Zuschlages von Alkalien, die man wohl beim Probiren anwendet, kann sich der Metallurg aus ökonomischen Gründen eben so wenig bedienen, als es ihm, wie es dem Probirer gestattet ist, erlaubt seyn darf, die Erhöhung der Temperatur, oder den reichlichen Verbrauch des Brennmaterials, als ein Mittel zu gebrauchen, die Absonderung des Metalles von den Schlacken zu befördern, so lange ihm noch andere Mittel zu Gebote stehen.

Ein solches Mittel bietet sich durch die Anwendung des Eisenoxyduls dar, welches, wenn es schon mit Kieselerde verbunden ist (Eisenfrischschlacke) oder dieselbe aus der Beschickung aufzunehmen Gelegenheit erhält, leichtflüssige Schlacken bildet und die Verschlackung der Erde befördert, ohne in dem Grade der Temperatur, in welcher sich die Metalle aus den leichter reducirbaren Oxyden darstellen lassen, schon einen Theil seines Metallgehaltes regulinisch auszuscheiden. Das Oxydul des Mangans bildet mit der Kieselerde noch leichtflüssigere Verbindungen und würde daher in den Fällen, wo sehr leichtflüssige Schlacken gebildet werden sollen, noch anwendbarer seyn, wenn die Manganerze nicht zu den seltener vorkommenden Fossilien gehörten, und wenn das Eisenoxydul nicht bei manchen Operationen ohnedies schon gebildet würde und einen Bestandtheil der Beschickung ausmachte. Die an Eisenoxydul sehr reichen Schlacken und selbst die reinen Eisenerze, sind daher das Mittel zur Bildung leichtflüssiger Schlacken, die Eisen-

erze jedoch nur alsdann, wenn die zu verschlackenden Erden viel Kieselerde enthalten. Das Eisenoxydul-Silikat gehört zu den schmelzbarsten Verbindungen, die dem Metallurgen gewöhnlich nur als ein Zuschlagsmittel zu Gebote stehen. Eine Anwendung desselben im Uebermaaß kann daher, — in so fern es ganz allein auf die Darstellung sehr leichtflüssiger Schlacken ankommt, — nur den Nachtheil haben, daß das Brennmaterial unvortheilhaft verwendet wird, obgleich dabei die vollständigste Reduction des darzustellenden leicht reducirbaren Metalles in der niedrigsten Temperatur statt finden kann. Jenes Silikat ist indeß sehr geneigt, in einer Temperatur, welche den Schmelzpunkt wenig übersteigt, einen Theil seines Oxyduls zu entlassen und sich mehr oder weniger vollständig in ein Bisilikat umzuändern. Ein zu reichlicher Zuschlag würde daher die Folge haben können, daß ein Theil des Eisens reguliniſch ausgeschieden wird, welches, unter manchen Umständen, mit dem Zweck der Schmelzarbeit nicht verträglich ist. Bei allen Beschickungen die viel Kieselerde enthalten, ist indeß ein solcher Erfolg nicht leicht zu befürchten. Tritt er dann aber dennoch ein, so ist der Grund in dem Mißverhältniß der Erzgichten zu den Kohlengichten, besonders aber in zu weiten Schmelzräumen zu suchen, in welchen die Temperatur, wenn nicht die Windführung der Weite dieser Räume angemessen eingerichtet ist, gleichzeitig zu groß und zu niedrig seyn kann.

Aus diesen Untersuchungen ergiebt sich das Resultat, daß die leichtflüssigste Schlacke immer die vollkommenste Ausscheidung des zu reducirenden Metalles in der niedrigsten Temperatur, also bei dem größten Verhältniß der Beschickung zu dem Brennmaterial, zur Folge haben wird. Ein solcher Erfolg würde nur alsdann (in Schachtöfen) nicht eintreten, wenn die Schlacke schon in einer Temperatur flüssig wird, in welcher das Metalloxyd noch gar nicht zur Reduction gelangt

ist. In sehr niedrigen Schachtöfen, in welchen die Sätze sehr schnell in den Schmelzraum gelangen, kann aus diesem Grunde wirklich ein großer Metallverlust entstehen; nicht sowohl weil die Temperatur zur Reduction nicht vorhanden wäre, als weil die Reduction in der kurzen Zeitperiode, in welcher die Sätze von der Gicht bis zur Form nieder sinken, nicht vollendet werden kann. Niedrige Schachtöfen werden daher, auch bei zweckmäßigen Beschickungen, immer einen Metallverlust durch Verschlackung herbeiführen, und dieser Verlust wird um so größer seyn, je schmelzbarer die Beschickung ist. Dieser Leichtflüssigkeit der Beschickung ist es zuzuschreiben, daß das schon einmal in die Schlacke übergegangene Metalloxyd, in Schachtöfen nicht ohne große Schwierigkeit gewonnen werden kann. Man wird sogar genöthigt seyn, die Beschickung strengflüssiger einzurichten, damit sie länger in starker Hitze verweilt, obgleich auch dies Mittel nur unvollkommen zum Zweck führt und niemals eine vollständige Abscheidung des Metalles erwarten läßt, weil mit der zunehmenden Strengflüssigkeit der Beschickung, das oxydirte Metall um so fester gebunden und der Einwirkung der Kohle entzogen wird. Solche leichtflüssige Beschickungen können daher nur in sehr hohen Schachtöfen mit einigem Erfolge verschmolzen werden, um die Reduction nach und nach erfolgen zu lassen, ohne die Temperatur, durch eine strengflüssigere Beschickung, so sehr erhöhen zu dürfen, daß theils der Kohlenverbrauch mit dem Vortheil, den man von der Schmelzarbeit erwartet, nicht mehr im Verhältniß steht, theils die Reduction der Oxyde, deren Metall das darzustellende Metall verunreinigen würde, gleichzeitig mit herbeigeführt wird. Die Flammenöfen sind daher, bei allen leichtflüssigen Beschickungen, ungleich vollkommnere Vorrichtungen, als die Schachtöfen, weil nichts verhindert, die geschmolzene Masse so lange in der zur Reduction erforderlichen Temperatur auf dem Heerde verweilen zu lassen, bis die Reduction

vollständig erfolgt ist, ohne zur Anwendung einer strengflüssigeren Beschickung genöthigt zu seyn.

Die leichtflüssige Beschaffenheit der Schlacke kann also, für sich allein, kein Beweis von dem vollständigen Erfolge der Schmelzarbeit seyn, sondern es ist außerdem auch nothwendig, daß sie ihre Leichtflüssigkeit nicht dem Metalloxyde verdankt, dessen Reduction der Zweck der Arbeit ist. Anders verhält es sich mit der strengflüssigen Schlacke, welche sich in einem unvollkommen verglaseten Zustande befindet. Eine solche Schlacke deutet jederzeit einen großen Metallverlust an, sey es weil die Beschickung an sich zu strengflüssig gewählt, oder weil ein zu starkes Verhältniß der Erzsätze zu den Kohlensätzen angewendet worden ist. In beiden Fällen mußte aber ein Theil des Oxydes dazu verwendet werden, um den Mangel der Temperatur zu ersetzen, bei welcher die Schlacken ohne einen Theil des zu reducirenden Oxydes zurück zu halten, eine flüssige Beschaffenheit erlangt haben würde. Die Verschlackung des Oxydes findet daher in beiden Fällen zwar wegen Mangel on Hitze statt, und in beiden Fällen wird eine Erhöhung der Tәmperatur eine vollständigere Reduction bewirken lassen; allein der Erfolg ist dennoch sehr verschieden, weil die strengflüssigere Beschickung ein ungleich geringeres Verhältniß der Erzsätze zu den Kohlensätzen gestattet, und weil um so mehr Metall in der Schlacke, selbst bei einer Erhöhung der Temperatur, verloren gehen wird, je strengflüssiger die Beschickung eingerichtet ist. Es ist sehr wohl der Fall denkbar, daß sich bei einer gewissen Beschaffenheit der zu verschmelzenden Erze und der zur Disposition stehenden Zuschläge, gar keine Beschickung, d. h. kein Verhältniß des Erzes zu den Zuschlägen ausmitteln läßt, bei welchem die Reduction des Oxydes bei der vortheilhaftesten Benutzung der Kohlen vollständig erfolgen kann. Ein solcher Fall wird jedesmal eintreten, wenn bei derjenigen Beschickung, bei welcher die größte Menge Erz

im Verhältniß zu den Kohlen angewendet werden kann, keine metallfreie Schlacke erfolgt. Die vollständige Reduction wird sich alsdann nicht mehr durch eine Veränderung der Beschickung, — es versteht sich, bei einer gegebenen Beschaffenheit der Zuschläge, — bewirken lassen, sondern nur ganz allein durch die Erhöhung der Temperatur hervorgebracht werden können. Es ist nämlich einleuchtend, daß diejenige Beschickung die zweckmäßigste seyn muß, bei welcher das größte Verhältniß des Erzes zu den Kohlen, bei gleich geringem Metallverlust durch Verschlackung, angewendet werden kann. Denn wie man auch die Beschickung abändert, so kann sie dadurch nur strengflüssiger werden, und man wird den Erzsatz zu vermindern genöthigt seyn, um nicht zu viel Metall durch Verschlackung zu verlieren. Es ergiebt sich daraus ein für die Praxis sehr wichtiges Mittel, sich von der Zweckmäßigkeit der gewählten Beschickung zu überzeugen, welches darin besteht, daß man durch Verstärkung oder durch Verminderung der Zuschläge untersucht, bei welchem Beschickungsverhältniß die größte Quantität Erz (nicht Beschickung) zu den Kohlen angewendet werden kann, ohne daß die sich bildenden Schlacken an Metallgehalt zunehmen. Ist dies Verhältniß gefunden, so ist bei den vorhandenen Erzen und Zuschlägen kein anderes möglich, bei welchen eine noch leichtflüssigere Schlacke mit geringerem Metallgehalt gebildet werden kann, und die vollständige Reduction kann dann nur durch die Erhöhung der Temperatur, nämlich durch das Verhältniß der Beschickung zu den Kohlen (bei den Schachtöfen) bewerkstelligt werden. Es giebt kein anderes Mittel um sich von der Zweckmäßigkeit der gewählten Beschickung zu überzeugen, als das eben erwähnte, welches indeß eine sehr genaue Untersuchung des Metallgehaltes der Schlacken voraussetzt, um sich durch die dünnflüssige Beschaffenheit derselben nicht täuschen zu lassen. Nur bei der Verschmelzung der Eisenerze ist es in der Anwendung sehr

bequem, weil sich der zunehmende Metallgehalt der Schlacke sogleich durch die Farbe derselben und durch andere, leicht in die Augen fallende Kennzeichen beim Gange des Ofens zu erkennen giebt. Will man solche Schmelzversuche anstellen, so ändert man das Verhältniß des Erzes (nicht der Beschickung) zu den Kohlen nicht ab, sondern beurtheilt aus dem Erfolge der Schmelzung, ob die veränderte Beschickung zweckmäßiger als die frühere gewählt worden ist. Hat sich der Metallgehalt der Schlacke vergrößert, so ergiebt sich daraus sogleich, daß die neue Beschickung unzweckmäßig ist, weil bei demselben Verhältniß des Erzes zu den Kohlen eine strengflüssigere Schlacke gebildet ward, welche nur dadurch, daß sie einen größeren Theil des Metalloxydes nicht zur Reduction gelangen ließ, ihre Flüssigkeit behalten konnte. Findet sich der Metallgehalt der Schlacke nicht vergrößert, so wird bei der Fortsetzung des Versuches eine Erhöhung der Temperatur zuverläßig zu erwarten seyn, die entweder zur vollständigeren Reduction des Oxydes, oder zur vortheilhafteren Anwendung der Kohlen, durch Verstärkung des Erzsatzes, benutzt werden kann. Dieser Erfolg wird um so mehr eintreten, wenn der Metallgehalt der Schlacke sich vermindert, mit welcher Abnahme des Gehaltes auch eine bedeutende Zunahme der Temperatur im Ofen verbunden seyn wird, welche zur Verstärkung des Erzsatzes angewendet werden kann. Bis zu welchem Verhältniß aber die Quantität des Zuschlages zu vermehren oder zu vermindern ist, davon wird man sich erst eine vollkommne Ueberzeugung verschaffen können, wenn man durch den Versuch die Gränzen des Maximums (oder des Minimum) wieder überschritten hat.

Es ist wohl möglich, daß diejenigen Schlacken, welche man bei der zweckmäßigsten Wahl der Beschickung erhält, in ihrer Zusammensetzung den stöchiometrischen Gesetzen entsprechen; allein die Nothwendigkeit eines solchen Erfolges ist nicht

vorhanden. Indem wir, in neuerer Zeit, richtigere Ansichten über die Natur derjenigen Schlackenverbindungen erhalten haben, welche sich bei unseren Schmelzprozessen bilden, scheint man in der Anwendung der Theorie der Schlackenbildung weiter gegangen zu seyn, als es zur Bestätigung der wohl begründeten Ansicht, nach welcher die Kieselerde, bei unserer künstlichen Schlacke, die Stelle einer Säure vertritt, nothwendig ist, und als es die Erfahrung bis jetzt bestätigt. Ob das in einer Beschickung befindliche Metalloxyd mehr oder weniger vollständig reducirt wird, hängt ganz allein von dem Grade der Temperatur ab, welche man zur Reduction anwendet, und daher kann, bei einer durchaus nicht nach richtigen stöchiometrischen Gesetzen zusammengesetzten Beschickung, eine ganz vollkommne Reduction erfolgen, wenn ein angemessener Grad der Temperatur gegeben wird. Es ist also die Temperatur, welche über den Erfolg der Reduction entscheidet, und diese wird gleich vollständig bei der einen und bei der anderen Beschickung statt finden können, wenn jede Beschickung bis zu dem ihr angemessenen Grade der Temperatur erhitzt wird. Ob aber gerade diejenigen Beschickungen, bei welchen sich Schlacken von bestimmten Mischungsverhältnissen bilden, die leichtflüssigsten sind, hat man bis jetzt noch nicht erwiesen, und theoretisch ist kein Grund zu einer solchen Voraussetzung vorhanden. Die Natur selbst liefert aus Beispiele von Verbindungen der Kieselerde mit anderen oxydirten Körpern in ganz unbestimmten und in den mannigfaltigsten Verhältnissen; zum Beweise, daß solche Verbindungen in allen Verhältnissen statt finden können. Sollte aber auch die Voraussetzung gegründet seyn, daß diejenige Schlacken, bei welchen ganz bestimmte Mischungsverhältnisse der Kieselerde zu den Basen statt finden, die leichtflüssigsten sind; so würden wir uns dadurch noch immer nicht im Besitz eines Mittels befinden, die Zweckmäßigkeit der gewählten Beschickung zu beurtheilen, weil die Zusam-

mensetzung der Schlacke den stöchiometrischen Gesetzen vollkommen entsprechen und dieselbe doch bei einer Beschickung entstanden seyn kann, welche der Absicht des Schmelzprozesses durchaus nicht angemessen ist.

Wohl aber hat uns das Verhalten der Kieselerde zu den Erden und Metalloxyden einen tieferen Blick in die Theorie der Schlackenbildung überhaupt thun lassen. Es ist uns jetzt einleuchtend geworden, daß und warum nur diejenigen Schlacken, welche Kieselerde enthalten, bei den Graden der Temperatur, welche sich in unseren Oefen hervorbringen lassen, schmelzbar sind; wir wissen nun, daß und warum sich ein gewisses Verhältniß der Kieselerde weder überschreiten noch vermindern läßt, wenn die Schlacken nicht zu strengflüssig ausfallen sollen. Die Erfahrung hatte schon längst gezeigt, daß Erden und Metalloxyde, ohne Kieselerde, ungemein strengflüssig, zum Theil in den künstlichen Feuern ganz unschmelzbar sind; sie hatte längst gezeigt, daß einige Silikate strengflflssiger sind als andere, daß die Silikate der Erden mit einer Base zu den strengflüssigsten gehören, daß die Silikate, in welchen die Kieselerde mit vielen Basen vereinigt ist, in der Regel die leichtflüssigsten sind; allein das eigenthümliche Verhältniß, in welchem die Kieselerde bei allen diesen Verbindungen zu den übrigen Oxyden steht, hat uns erst einen richtigen Aufschluß über die wahre Natur dieser Verbindungen, und zugleich einen sehr schönen Fingerzeig gegeben, den der praktische Metallurg mit Vertrauen folgen kann, um die Zweckmäßigkeit der Zusammensetzung seiner Schlacken überhaupt zu beurtheilen.

Man hat schon mehrere Verbindungen von Schwefelmetallen mit Metalloxyden kaum getrennt. Auch bei den Schlacken kommen Verbindungen von Silikaten mit Schwefelerdenmetallen vor. Es ist sehr merkwürdig, daß sich die Erden, wenn sie mit Schwefelsäure verbunden sind, in der erhöheten Temperatur, wenn Kohle zugegen ist, ungemein leicht zu Me-

tallen reduciren, welche mit dem Schwefel aus der Schwefelsäure verbunden sind und sich in diesem Zustande dann mit den oxydirten Verbindungen vereinigen.

Die Bildung der Schwefelmetalle.

Bei einigen Schmelzprozessen ist das erste Produkt der Schmelzung der Erze nicht Metall, sondern Schwefelmetall. Man bedient sich des Schwefels als eines Ansammlungsmittels für das Metall, welches — bei den Erzen der edlen Metalle und des Kupfers, — oft in so geringer Menge in dem Erz vorhanden ist, daß es eines Ansammlungsmittels bedarf, um das Metall nicht theils mechanisch in der Schlacke zu verzetteln, theils (bei armen Kupfererzen) in die Schlacke zu führen. Gewöhnlich ist es der Schwefelkies, welcher dem Metallurgen diesen Dienst leisten muß. Er macht dann einen Theil der Beschickung aus; auch dann wenn er, — wie es nicht selten der Fall ist, — seines eigenen Gehaltes an edlen Metallen wegen, nicht verschmolzen seyn würde. Bei der Verschmelzung der Kupfererze, in welchen sich das Kupfer in der Regel schon mit Schwefel verbunden befindet, wird der Schwefelkies nur in höchst seltenen Fällen absichtlich mit zugesetzt. Ein solcher Zusatz findet aber bei ganz armen Kupfererzen statt, bei welchen das Kupfer gar nicht, oder zum geringen Theil mit Schwefel vereinigt ist.

Die Schwefelmetalle scheinen sich mit den Silikaten nicht zu verbinden, obgleich die Schwefelerdenmetalle mit denselben in Verbindung treten. Die basischen Erden zerlegen die Schwefelmetalle in der Schmelzhitze und scheiden dann die edlen Metalle, so wie das Kupfer regulinisch, das Eisen aber im oxydirten Zustande ab, worauf es durch die Kohle wieder reducirt wird, in so fern es sich mit den Silikaten nicht verschlackt. Eine solche Einwirkung der basischen Erden auf die Schwefelmetalle erfordert indeß, wenn Kieselerde vorhanden ist, ein

großes Uebermaaß von basischen Erden, oder eine sehr erhöhete Temperatur. Dieser Einwirkung der Kalkerde auf die Verbindungen des Kupfers und des Eisens mit Schwefel, ist zum Theil die Entstehung der kupferhaltigen Eisenmassen zuzuschreiben, welche sich unter manchen Umständen in den Schachtöfen bilden und oft große Hindernisse beim Betriebe der Oefen, so wie einen Verlust an Kupfer veranlassen.

Ob man einen Theil des Schwefels, durch die Röstarbeit, vorher zu entfernen sucht, ehe die Erze verschmolzen werden, hängt ganz von der Beschaffenheit der Erze ab. Es versteht sich von selbst, daß man in solchen Fällen die Erze vor dem Verschmelzen nicht rösten wird, wenn man sie absichtlich mit Schwefelkies gattirt hat, um den Metallgehalt derselben mit Schwefel zu vereinigen. Man richtet das Verhältniß des Schwefelkieses zu den Erzen dann so ein, daß man von einer gewissen Quantität des gattirten Erzes, eine bestimmte Menge Schwefelmetall erhält, wovon man sich durch die Erfahrung unterrichtet hat. Häufig ist man indeß auch genöthigt, sich mit der Gattirung so einzurichten, wie es die zum Verschmelzen vorhandenen Verhältnisse der verschiedenen Erzarten zulassen. Ist eine überwiegende Menge von Schwefelkiesen vorhanden, welche wegen ihres Gehaltes an edlem Metall verschmolzen werden müssen, so sucht man einen Theil des Schwefels durch Rösten vor dem Verschmelzen zu entfernen. Auch bei Kupfererzen, die mit viel Schwefelkies gemengt sind, findet eine Röstarbeit vor dem Verschmelzen statt, weil der im Uebermaaß vorhandene Schwefel sonst in den Schachtöfen verflüchtigt werden müßte, welches aus demselben Grunde nachtheilig ist, aus welchem man beim Betriebe der Schachtöfen kein unverkohltes Brennmaterial anwendet.

Der Schwefel ist ein vortreffliches Mittel um die Verschlackung des Metalles zu verhindern, und um die kleinen Körnchen des reducirten Metalles, welche sich in der Schlacke

verlieren würden, aufzunehmen und anzusammeln. Man nennt die erste Schmelzarbeit, welche man mit den Erzen in der Absicht vornimmt, um den ganzen Metallgehalt derselben als Schwefelmetall zu gewinnen, die Roharbeit (das Erzschmelzen, das Rohschmelzen). Diese Schmelzarbeit hat vor denjenigen Schmelzprozessen, bei welchen ein reguliniſches Metall durch Reduction seines Oxydes gewonnen werden soll, den außerordentlich großen Vorzug, daß durch eine unzweckmäßige Beschickung zwar der Kohlenverbrauch vermehrt, aber weniger leicht ein Metallverlust durch Verschlackung veranlaßt wird. Ein solcher Metallverlust würde nur alsdann eintreten, wenn die Beschickung in dem hohen Grade unzweckmäßig zusammengesetzt wäre, daß eine ganz unvollkommne mechanische Absonderung des Schwefelmetalles von der Schlacke statt findet. Anders verhält es sich jedoch mit denjenigen Roharbeiten, bei welchen Erze angewendet werden, die das Metall zum Theil im oxydirten und nur zum Theil in einem mit Schwefel verbundenen Zustande enthalten. Es muß bei solchen Erzen dieselbe Sorgfalt auf die richtige Wahl der Beschickung verwendet werden, als ob das Metall im reguliniſchen Zustande dargestellt werden sollte, wenn nicht ein Theil des Metalles in die Schlacke geführt werden soll. Die Maaßregeln, welche zu einer angemessenen Zusammensetzung der Beschickung zu treffen sind, können von denjenigen nicht abweichend seyn, durch welche eine richtige Schlackenbildung bezweckt wird, indem das Schwefelmetall ganz die Stelle des Metalles vertritt, so daß es für die Bestimmung einer richtigen Beschickung ganz gleichgültig ist, ob das darzustellende Produkt ein reguliniſches Metall, oder ein Schwefelmetall ist.

Das Schwefelmetall, welches durch die Roharbeit dargestellt wird, nennt man in Deutschland Stein, in Ungarn Lech. Man hat noch mehrere Benennungen für solche Schwefelmetallverbindungen, die von einer zweiten, dritten u. s. f.

Schmelzarbeit gefallen sind. Diese Benennungen sind ganz provinziell und ein und derselbe Name bezeichnet zuweilen Schwefelmetalle, die bei verschiedenen Schmelzarbeiten gefallen sind. Sie werden bei den einzelnen Metallen angegeben werden.

Der Stein oder das Lech sind als ein von den Bergarten befreites Erz anzusehen, worin fast der ganze Metallgehalt des Erzes sich concentrirt befindet. Die weitere metallurgische Behandlung dieses Schwefelmetalles ist sehr verschieden und richtet sich ganz nach der Art des Metalles, welches daraus dargestellt werden soll. Bei der Metallurgie des Bleies, des Kupfers und des Silbers werden die näheren Erörterungen gegeben werden. Hier ist im Allgemeinen nur zu bemerken, daß man das Schwefelmetall in den mehrsten Fällen einer Röstarbeit unterwirft, wobei viel Eisen oxydirt wird. Man hat daher bei der Beschickung auf den Gehalt an oxydirtem Eisen Rücksicht zu nehmen und die Zuschläge so zu wählen, daß sie dem Zweck der Arbeit entsprechen, der zuweilen darin besteht, ein neues Schwefelmetall zu bilden, zuweilen darin, das eine Metall in dem Schwefelmetall zu reduciren und das andere zu verschlacken.

Es scheint, daß viele Metalle sich in ganz unbestimmten Verhältnissen mit dem Schwefel vereinigen, so lange sich die Mischung in der Schmelzhitze befindet, daß aber eine Verbindung nach bestimmten Verhältnissen in dem Augenblick eintritt, wenn die Masse erstarrt. Ob und welchen Einfluß ein langsames oder ein plötzliches Erkalten auf die Zusammensetzung der Mischung hat, und ob alle Metalle dabei demselben Gesetz folgen, ist noch nicht bekannt. Das bei dem ersten Rohschmelzen fallende Schwefelmetall, ist gewöhnlich eine Schwefelverbindung in welcher die Metalle mit dem Minimo des Schwefelgehaltes, so wie sie in der Natur vorkommen, oder auch in dem Zustande vereinigt sind, in welchen sie durch an-

haltend starkes Glühen ohne Luftzutritt versetzt werden würden. Dieser Erfolg kann jedoch nur dann eintreten, wenn die Erze vorher nicht geröstet und wenn sie im Ofenschacht durch im Uebermaaß vorhandene basische Erden nicht theilweise zersetzt worden sind. – Hat man den Schwefelmetallen durch die Röstarbeit einen großen Theil des Schwefels entzogen, so erhält man als Produkte des zweiten, dritten u. s. f. Schmelzens theils regulinische Metalle, theils Schwefelmetalle, die häufig regulinisches Metall beigemengt enthalten, welches im Augenblick des Erstarrens abgeschieden wird und sich aus der starren Masse mechanisch nicht mehr absondern konnte. Das Schwefelkupfer zeigt vorzüglich ein solches Verhalten, woraus hervorzugehen scheint, daß sich das Kupfer in erhöheten Temperaturen zwar in sehr verschiedenen und unbestimmten Verhältnissen mit dem Schwefel vereinigt, daß sich die Masse aber bei dem langsamen Erstarren trennt, indem das Kupfer nur mit einer bestimmten Menge Schwefel verbunden bleiben kann und den Ueberschuß an Metall regulinisch ausstößt. Andere Metalle verhalten sich nicht so, sondern bleiben beim Erstarren mit der unbestimmten Menge von Schwefel verbunden. Am häufigsten tritt dieser Erfolg ein, wenn die Erze Arsenik und Antimon enthalten. Man nennt die schwefelarmen Verbindungen, welche, wegen ihres geringen Schwefelgehaltes, den regulinischen Metallen sehr ähneln, zuweilen Speise, obgleich man unter Speise eigentlich nur Metalllegirungen versteht, bei welchen Arsenik und Antimon die Stelle des Schwefels vertreten. Bei einigen Schmelzprozessen erhält man, wenn die Erze viel Arsenik und Antimon enthalten, in der Regel dreierlei Produkte, die sich im Stich- oder im Spurtiegel absondern. Unten befindet sich das regulinische Metall, welches von der Speise bedeckt wird, und dann folgt der Stein unter der Schlacke. — Sehr viele Schwefelmetalle können Verbindungen von Metallen mit Schwefel in ganz unbestimmten Ver-

hältnissen seyn; andere Schwefelmetalle sind aber nur Gemenge von Schwefelmetallen mit regulinischen Metallen. Für den praktischen Metallurgen hat es kein sehr wesentliches Interesse, den Verbindungszustand dieser Mischung zu kennen, weil er die entstandene Verbindung durch das Rösten wieder aufhebt, so daß es für ihn nur wichtig ist, die Arten und die Quantitäten der Metalle zu kennen, welche in dem Stein und in der Speise befindlich sind. Die theoretischen Untersuchungen über den Verbindungszustand der Metalle mit dem Schwefel in denjenigen Steinarten, welche durch das Verschmelzen von Schwefelmetallen gefallen sind, denen man durch das Rösten eine ganz unbestimmte und veränderliche Menge Schwefel entzogen hat, können nicht zu einem wahrscheinlichen Resultat führen, so lange das Verhalten der verschiedenen Metalle mit geringen Quantitäten von Schwefel, in den verschiedenen Graden der Temperatur, noch ganz unbekannt ist.

Von der Arbeit in den Oefen.

Aus der Einrichtung der Oefen geht schon hervor, daß in den Schachtöfen ein ununterbrochener Betrieb statt findet, indem Schichten von Kohlen und von Erz in demselben Verhältniß auf der Gicht des Ofens beständig nachgetragen werden, in welchem dort, durch das Niedersinken der Beschickung vor der Form, ein langer Raum entsteht. Mit diesem Nachsetzen der Gichten hört man nicht eher auf, als bis entweder die ganze Quantität Erz verschmolzen, oder bis der Schacht des Ofens, besonders im Schmelzraum, schadhaft geworden ist und die Einstellung der Arbeit nöthig macht. Bei den Flammenöfen kann die Schmelzung zwar ebenfalls ohne Unterbrechung fortgesetzt werden; allein sie muß sich immer auf ein bestimmtes Quantum der Beschickung beziehen, welches mit einem male verarbeitet, alsdann von dem Heerde entfernt

und durch eine neue Quantität der Beschickung ersetzt wird, welche nicht eher eingetragen werden kann, als bis das erste Quantum diejenige Veränderung vollständig erfahren hat, welche durch die Bearbeitung im Flammenofen bezweckt wird. Eben so werden sich die Arbeiten in den Gefäßöfen immer nur auf bestimmte Quantitäten erstrecken, mit welchen die Gefäße angefüllt werden, worauf die Gefäße geleert werden müssen, um sie von Neuem wieder anfüllen zu können. Oft ist es sogar nöthig, den Ofen erkalten zu lassen, ehe eine neue Beschickung in die Gefäße eingetragen werden kann; in anderen Fällen leert man sie aus, ohne sie erkalten zu lassen und füllt sie sogleich wieder an, wenn die erste Beschickung verarbeitet ist. Diese speciellen Einrichtungen werden in der Folge erläutert werden; hier wird nur von solchen allgemeinen Arbeiten die Rede seyn, welche in gleicher Art bei allen Schacht- und Flammenöfen vorkommen, um bei der speciellen Metallurgie der verschiedenen Metalle, die Wiederholungen zu vermeiden.

Die Arbeiten in den Schachtöfen.

Ehe der Betrieb in einem neu zugemachten oder zugestellten Schachtofen beginnt, muß er abgewärmt werden, damit die durch das Zumachen oder Zustellen in den Schmelzraum gebrachte Feuchtigkeit erst verdampfen kann. Ohne diese Vorsicht würde ein Reißen des Heerdes oder der Zustellungsmasse zu befürchten seyn. Hatte der Schmelzraum selbst sehr gelitten, so daß ein neues Futter nothwendig ward, so muß langsamer abgewärmt werden, als wenn der Ofen nur von Neuem zugemacht worden war. Man macht zuerst ein schwaches Feuer vor der Ofenbrust, welches man der Vorwand immer mehr nähert. Der Schacht des Ofens wirkt dabei wie eine Esse und unterhält das Feuer sehr lebhaft. Zuletzt wird das Feuer auf den Heerd des Ofens selbst, nämlich auf die

Sohle des Schachtes gerückt. Entstehen Risse, so müssen diese sorgfältig wieder mit Gestübbe ausgefüllt werden. Sehr hohe Oefen zum Verschmelzen der Eisenerze, welche eine besondere Art der Zustellung erhalten, müssen mit sehr großer Vorsicht abgewärmt werden. War ein ganz neues Schachtfutter nöthig, so hat man auf das Abwärmen viele Tage zu verwenden, damit die Feuchtigkeit im Schacht langsam verdampft. Der Schacht wird nach und nach mit Kohlen gefüllt, wobei man, um einen zu starken Zug zu vermeiden, die Formöffnungen und die Brust des Ofens ganz verschließt, auch nicht eher einen neuen Satz Kohlen nachschüttet, als bis das Feuer auf der oberen Fläche des letzten Einsatzes zum Vorschein kommt. Hat man auf solche Art, durch langsames Nachtragen der Kohlensätze, den ganzen Schacht mit Kohlen gefüllt, so kann zum Setzen oder Aufgeben des Erzes geschritten werden. Das hier weiter folgende Verfahren bezieht sich unmittelbar nur auf diejenigen Schachtöfen, welche zum Verschmelzen der Eisenerze nicht bestimmt sind, indem von den Eisenhohöfen bei der Metallurgie des Eisens die Rede seyn wird.

Mit so großer Vorsicht zu verfahren ist jedoch nicht nöthig, wenn nur der Schmelzraum ein neues Futter erhalten hat. Man bewirkt die Füllung des Ofens in solchen Fällen schneller, besonders bei niedrigen Oefen. Sind die Oefen mit einem Sumpf und mit Stichtiegeln zugemacht, so müssen Vorheerd und Tiegel ebenfalls sehr sorgfältig abgewärmt werden, welches natürlich auch bei den Spurtiegeln nicht unterlassen werden darf. Die Tiegel wärmt man in der Regel durch Schlacken aus, welche bei dem ersten Anfange des Betriebes erhalten werden.

Es ist eine fast allgemein eingeführte Einrichtung, daß man bei den Schmelzarbeiten in den Schachtöfen eine so genannte Nase anwendet. Darunter versteht man einen künstlichen Schlackencanal, welcher sich durch die vor der Form

niederschmelzenden Schlacken an der Formmündung bilden muß, so daß diese Nase eigentlich als eine Verlängerung der Form zu betrachten ist. Die Länge der Nase, nämlich ihre Erstreckung von der Formmündung bis in den Schmelzraum, so wie ihre Richtung, nämlich die Neigung gegen den Horizont, bestimmt man durch Hülfe eines eisernen Spießes, welcher der Nase die Richtung vorschreibt, indem man den Spieß durch die Formöffnung von Zeit zu Zeit in den Ofen steckt, damit die Schlacke wenigstens bis zu dem Grade erstarrt, daß sie den Canal bilden kann, dessen Richtung durch die Richtung des Spießes selbst bestimmt wird. Die Nase schmelzt zuweilen aber mehr oder weniger weg, wenn die Hitze im Schmelzraum größer wird; oder sie wird zu groß und hemmt dem Winde aus der Form den Durchgang, wenn sie durch Verminderung der Temperatur im Schmelzraum zu sehr anwächst. Um eine Nase gleich zu Anfange des Betriebes zu bilden, oder um eine weggeschmolzene Nase zu ersetzen, steckt man an den eisernen Spieß einen Lehmpatzen und hält diesen in die Formmündung, wodurch eine Abkühlung und dadurch ein Erstarren der niedergehenden Schlacke bewirkt wird. Von Zeit zu Zeit muß der Nasenbildung durch den Spieß nachgeholfen werden. Wächst die Nase zu sehr an, oder wird sie zu dunkel, so sucht man sie dadurch lichter oder kürzer zu machen, daß man eine glühende Kohle hinten durch die Form einträgt. Der Windstrom, welcher beim Verbrennen der Kohle eine starke Hitze entwickelt, bewirkt dann das Wegschmelzen der Nase, oder eines Theils derselben. Dies Mittel ist jedoch nur alsdann zureichend, wenn die Verminderung der Temperatur im Schmelzraum nicht lange anhält. Wenn die Hitze aber sehr abgenommen hat, so ist man genöthigt, die viele Schlacke, welche vor der Form kalt geblasen wird, durch leichtere Erzsätze, d. h. durch Verminderung des Verhältnisses der Beschickung zu den Kohlen, fortzuschaffen.

Durch die Nasenbildung sollen drei Zwecke erreicht werden. Der erste und der vorzüglichste Zweck besteht darin, den Windstrom weiter in den Schmelzraum zu bringen, als es ohne diesen Canal möglich seyn würde. Der zweite Zweck ist die Entfernung des Schmelzpunktes von der Brandmauer, als eine Folge des tiefer in den Schmelzraum geleiteten Windstroms. Weil sich die stärkste Hitze immer in der Nähe der Form entwickelt, so ist die Brandmauer auch vorzüglich dem Ausbrennen oder dem Wegschmelzen ausgesetzt. Durch die Nase sucht man daher die Brandmauer mehr zu schonen, welches man außerdem auch dadurch bewirken will, daß man die Kohlensätze auf der Gicht näher nach der Vorwand, und die Erzsätze unmittelbar an der Brandmauer aufträgt oder aufgiebt. Der dritte Zweck ist die Erwärmung des Heerdes, weshalb man der Nase eine gegen den Horizont, oder gegen die Ofenbrust geneigte Richtung giebt.

Ein Schlackenansatz an der Formmündung kann in vielen Fällen zur Erhaltung der Form sehr dienlich seyn und daher wird auch eine Schlackendecke die sich über der Form bildet, den Vortheil gewähren, daß die Form gegen die Einwirkung des Schwefels bei solchen Beschickungen, die Schwefelmetalle enthalten, geschützt wird. Es leuchtet indeß ein, daß die ängstliche Sorgfalt, welche man auf den mehrsten Hüttenwerken auf die Nasenbildung verwendet, ganz allein eine Folge der unverhältnißmäßig weiten Schmelzräume ist. Dadurch und durch die Art wie die Erz- und Kohlensätze aufgegeben werden, entsteht der große Nachtheil einer möglichst unvortheilhaften Benutzung der Kohlen, welche an der Vorwand zum großen Theil wirkungslos verglimmen. Auch die Erhitzung des Heerdes, durch einen gegen den Horizont geneigten Windstrom, wird durch eine zweckmäßige Windführung, ganz überflüssig. Bei dem Betriebe der Schachtöfen ist, bei zweckmäßiger Zustellung, bei gut construirten Ofenschächten und bei

einer angemessenen Höhe der Schächte, niemals ein vernünftiger Grund vorhanden, dem Windstrom eine andere als eine horizontale Richtung anzuweisen. Die Nasen sind daher als ein nothwendiges Uebel anzusehen, wenn sie nur die so eben erwähnten Zwecke erfüllen müssen. Durch die Einführung von höheren und gut construirten Ofenschächten, so wie durch eine bessere Windführung, steht dem Betriebe der Schachtöfen noch eine wesentliche Verbesserung bevor, ohne welche es ganz unmöglich seyn wird, den Kohlenverbrauch zu vermindern und einen regelmäßigen Niedergang der Sätze zu bewirken, welche, bei den niedrigen und unzweckmäßig construirten Schächten, und bei der Art wie man sie auf der Gicht aufträgt, sehr unvorbereitet in den Schmelzraum gelangen. Daher kann die große Abwechselung der Temperatur in den Schmelzräumen nicht befremden; aber man wird auch, so lange man von den älteren Einrichtungen nicht abgeht, nicht darüber verwundert seyn können, daß der Erfolg der Schmelzung fast für jeden Satz verschieden ausfällt.

Nach dem erfolgten Abwärmen und Füllen des Ofens, bringt man zuerst einige Schlacken auf die Gicht, welche man niederschmelzen läßt, theils um die Nase zu bilden, theils um den Raum unter der Form durch die geschmolzenen Schlacken vollkommen auszuheizen. Bei den Spuröfen wird das Auge so lange geschlossen, bis die Erzsäße vor die Form gelangen, damit die Schlacke die Ofenwände und den Heerd erwärmen. Bei den Sumpföfen tritt die Schlacke sogleich in den Vorheerd, und bewirkt auch dessen Erwärmung. — Den Schlackensätzen folgt wieder ein Kohlensatz und dann der erste Satz mit der Beschickung. Man giebt zuerst schwachen Wind und auch diesen nicht eher, als bis die Nasenschlacken fast den Schmelzraum erreicht haben. Auch die ersten Erzsätze werden viel leichter eingerichtet, als sie, der Erfahrung zufolge, bei dem vollen Gange des Ofens seyn können. Dies ist noth-

wendig, weil die Ofenwände noch viel Wärme absorbiren, weshalb die Kohlen beim ersten Anlassen der Oefen auch nicht so viel Beschickung tragen können, als später. Wie weit man demnächst das Verhältniß der Erzsätze zu den Kohlensätzen langsam erhöhen kann, hängt ganz allein von der Temperatur im Schmelzraum und von dem Zustande ab, in welchem die geschmolzenen Massen, besonders die Schlacken niedergehen. Häufig ist man aber auch genöthigt, nachdem sich der Ofen schon im vollen Betriebe befindet, den Erzsatz wieder zu vermindern. Die Ursache der Temperaturverminderung kann bald in der veränderten Beschaffenheit der Kohlen, bald in dem unregelmäßigen Niedergehen der Gichten, bald darin liegen, daß die Beschickung, durch die unvollkommne Art des Einziehens in die Aufgebegefäße, sich verändert hat.

Gewöhnlich wendet man Tröge als Aufgebegefäße für die Beschickung an und bestimmt die Stärke des Erzsatzes nach der Anzahl der Tröge. Auf gleiche Weise bedient man sich der Körbe, oder anderer leichter Gefäße, um die Größe eines Kohlensatzes zu bestimmen. Schon in diesem Verfahren allein kann der Grund zu einer nicht unbedeutenden Verschiedenheit der Verhältnisse der Erz- und Kohlensätze, bei den verschiedenen auf einander folgenden Sätzen, zu suchen seyn; eine Verschiedenheit, welche um so bedeutender werden wird, je größer die Anzahl der Gefäße ist, welche für einen Satz bestimmt sind. Eben so hat der Aggregatzustand der verschiedenen Gemengtheile der Beschickung, so wie der der Kohlen, welche bald in größeren, bald in kleineren Stücken angewendet werden, auf das Gewicht der Sätze einen wesentlichen Einfluß. Die daraus entspringenden Unregelmäßigkeiten für den Betrieb der Oefen, werden bei niedrigen Schächten sogleich eine Verminderung oder Erhöhung der Temperatur zur Folge haben. Bei höheren Schächten gleichen sich solche, zum Theil

ganz unvermeidliche Unregelmäßigkeiten aus, oder sie werden weniger nachtheilig einwirken.

Man nimmt immer gleiche Quantitäten Kohlen zu einem Satz, und wechselt, wenn die Umstände es nöthig machen, nur mit der Menge, also auch mit dem Gewicht der Erzsätze, weil geringe Veränderungen in der Größe des Erzsatzes schon einen Einfluß auf die Temperatur des Ofens hervorbringen. Man könnte auch umgekehrt die Kohlensätze veränderlich und den Erzsatz unveränderlich einrichten; dies ist aber nicht üblich. — Die Quantität der Kohlen, welche zu einem Satz angewendet wird, ist sehr verschieden und richtet sich theils nach der Größe der Oefen, theils nach der Beschaffenheit des Brennmaterials, theils ist sie aber auch durch altes Herkommen bestimmt. Sehr kleine Kohlengichten sind niemals zu empfehlen. Kohlengichten, die sich in dem weitesten Theil des Ofens, — in so fern derselbe mit einem Kohlensack versehen ist, — nach der Berechnung, zu einer Schicht ausbreiten würden, welche bei Holzkohlen eine Höhe von etwa 6 Zoll, und bei Koaks eine Höhe von etwa 2 Zoll erhält, sind für hinreichend groß zu erachten, obgleich auch ein doppelt so großes Volumen nicht nachtheilig ist. — Das Verhältniß der Erzgichten zu den Kohlengichten muß natürlich für jeden Fall durch die Erfahrung bestimmt und nach den Erscheinungen die sich bei der Schmelzarbeit zeigen, vergrößert oder vermindert werden. Je häufiger die Veränderung des Erzsatzes nothwendig ist, desto unregelmäßiger gehen die Gichten nieder, desto unvollkommner ist der Betrieb, desto ungleichartiger der Erfolg der Schmelzung, desto reicher an Metall werden die Schlacken ausfallen. Das unregelmäßige Niedergehen der Gichten kann zuweilen schon dadurch veranlaßt werden, daß sich Ofenbrüche an den Schachtwänden ansetzen, welche das Hängenbleiben und das Stürzen oder Kippen der Gichten zur Folge haben. Solche Ofenbrüche werden sich zwar, bei sehr zinkhaltigen Erzen, niemals ganz ver-

meiden lassen; allein sie werden sich bei einer zweckmäßigen Construktion des Schachtes, bei einer angemessenen Windführung, und bei einer regelmäßigen Satzführung, nämlich bei einem gleichmäßigen Ausbreiten der Erzgichten über der Kohlengicht, bedeutend vermindern, sich dann auch mit einiger Regelmäßigkeit an den Schachtwänden anlegen, so daß sie zwar durch Verengung des Schachtes nachtheilich werden, aber nicht das ganz unregelmäßige Niedergehen der Gichten und das Stürzen derselben herbeiführen.

Bei den höhern Schachtöfen legt man den Beschickungsboden, wenn es die örtlichen Verhältnisse irgend gestatten, gerne in der Höhe der Gichten an, um das an sich schon beschwerliche Eintragen der Kohlen- und Erzsätze, durch Treppen, welche mit der Last bestiegen werden müssen, nicht noch beschwerlicher zu machen. Das Eintragen der Sätze geschieht bald an der Seite der Brandmauer, bald an der Ulmenseite, bald an der Vorwandseite. Dies ist an sich ganz gleichgültig; indeß sollte man das Aufgeben an der Vorwandseite zu vermeiden suchen, wenn Bleierze verschmolzen werden, oder sich in der Beschickung befinden, weil die aus dem Vorheerd aufsteigenden Bleidämpfe, für die Arbeiter sehr gefährlich sind. — Es ist schon erwähnt worden, daß ganz allgemein das unzweckmäßige, und nur durch die mangelhafte Schachtconstruktion und Windführung veranlaßte Verfahren statt findet, die Erzsätze gegen die Brandmauer, und die Kohlensätze gegen die Vorwand aufzugeben. Man verwendet dabei alle Sorge für die Erhaltung der Brandmauer, und läßt darüber die wichtigere Rücksicht auf den regelmäßigen Betrieb und auf die vollkommnere Benutzung der Kohlen ganz unbeachtet. Die Brandmauer wird bei einer zweckmäßigen Windführung ungleich weniger leiden, als bei den jetzt bestehenden Einrichtungen; auch läßt die in der Regel sehr sorglose Art, mit welcher man bei der Aufführung der Brandmauer zu Werke geht,

wohl erwarten, daß angemessenere Schachtconstruktionen und gehörig vorbereitete Gichten, der Brandmauer weniger Nachtheile zufügen werden, als diejenigen sind, denen sie jetzt durch die unvorbereiteten Erzsätze ausgesetzt ist.

Die Formen welche man anwendet, sind entweder von gegossenem, oder von geschmiedetem Eisen. Kupferner Formen bedient man sich, ihrer größeren Kostbarkeit wegen, seltener bei solchen Schachtöfen, in welchen Schwefelmetalle verschmolzen werden.

Das regelmäßige Niedergehen der Gichten wird durch die feine mechanische Zertheilung der Erze ungemein erschwert. Die feinen Schlammschliche rollen sehr leicht durch die Kohlen hindurch und häufen sich im Schmelzraum an, so daß sie zu Versinterungen und zum Hängenbleiben der Sätze Anlaß geben. Man sucht daher diese zähen Schliche so viel als möglich mit anderen röscheren Schlichen gleichzeitig zu verschmelzen. Die große Menge von solchen zähen Schlichen, welche man auf einigen Hüttenwerken zu verschmelzen genöthigt ist, verhindert die Anwendung eines sehr zu empfehlenden Mittels, welches darin besteht, sie einzubinden, d. h. sie in einem dünnen Brei von Kalkwasser, dem etwas Lehm beigefügt ist, einzurühren und in Formen zu streichen, welche man trocknen läßt und zu groben Stücken zerschlägt. — Das Verfahren beim Setzen der Erzgichten trägt auch sehr viel dazu bei, das Durchrollen dieses feinen Haufwerkes zu befördern. Eben so nachtheilig wirken die in gleicher Weite niedergehenden Schächte, ganz vorzüglich aber diejenigen Schächte, welche sich zunächst über dem Schmelzraum schnell erweitern. Oft ist man genöthigt, das Niedergehen der Sätze durch eine Oeffnung in der Vorwand, durch welche man eine Brechstange, — Räumeisen, — in den Ofenschacht führt, zu befördern. Es kann bei einem solchen Gange des Ofens keine regelmäßige Schmelzung statt finden, vielmehr wird der Erfolg eine unvollständig

geschmolzene Masse, — Gekrätz, — und eine sehr unreine Schlacke seyn, welche wieder mit auf die Gicht gebracht werden müssen. Hat sich die Versetzung im Schacht in einem noch höheren Grade eingestellt, so wird man wohl gar genöthigt, einen Theil der Ofenbrust wegzubrechen, um die festgesinterten Massen abzulösen.

Das Verhältniß der Erzsätze zu den Kohlensätzen ist zuweilen von der Art, daß, in der Regel wenigstens, — keine Flamme auf der Gicht zum Vorschein kommt. Man nennt dies mit dunkler Gicht schmelzen. In anderen Fällen ist es nöthig, das Verhältniß so einzurichten, daß die aus dem Schmelzraum sich nach oben verbreitende Hitze groß genug bleibt, um die sich entwickelnden Gasarten, bei dem Zutritt der atmosphärischen Luft auf der Gicht, mit Flammen brennen zu lassen, welches man das Schmelzen mit heller Gicht nennt. Es ist einleuchtend, daß das Schmelzen mit dunkler oder mit heller Gicht von dem Grade der Temperatur abhängt, welcher im Schmelzraum nothwendig ist, um den Zweck der Schmelzarbeit zu erreichen. Außerdem wird die Höhe der Oefen, — mit Ausnahme der Hohöfen zum Eisenerzschmelzen, welche immer mit heller Gicht arbeiten, — einen Einfluß auf die Beschaffenheit der Temperatur auf der Gicht äußern. Höhere Oefen können füglich mit dunkler Gicht arbeiten, während niedrige Oefen leicht der hellen Gichten bedürfen. Läßt sich der Zweck mit dunklen Gichten erreichen, so muß der Erzsatz niemals für helle Gichten eingerichtet werden, weil dabei die Kohlen weniger vortheilhaft benutzt werden. Oft macht eine unzweckmäßige, — strengflüssige, — Beschickung es nothwendig, mit heller Gicht zu arbeiten, während man bei einer leichtflüssigeren Beschickung den Erzsatz verstärken und eine dunkle Gicht führen könnte. Die hellen Gichten, — wo sie, wie gewiß sehr häufig, nicht nothwendig sind, — veranlassen nicht allein einen größeren Kohlenverbrauch, son-

dern sie führen auch den sehr wesentlichen Nachtheil herbei, daß dadurch die Menge des Flugstaubes, oder der feinen Erztheilchen vermehrt wird, welche der Ofen auf der Gicht auswirft, und welche in den Fluggestübbekammern gesammelt werden müssen. Eine mit Sorgfalt aufgesuchte Beschickung, welche jederzeit die leichtflüssigste ist, wird es in der Regel, bei allen nicht zu niedrigen Schachtöfen, möglich machen, die hellen Gichten gegen die dunklen zu vertauschen.

Ob das Verhältniß der Erzsätze zu den Kohlensätzen das richtige ist, wird sich am zuverläßigsten immer aus dem regelmäßigen Niedergehen der Sätze und aus der Beschaffenheit der Schlacke beurtheilen lassen. Eine dicke, träge, leicht erstarrende Schlacke zeigt einen zu starken Erzsatz an; eine zu dünne fließende, sehr hitzige Schlacke, die sich nicht fortwälzt, sondern in einem dünnen Strom fließt, zeigt an, daß der Erzsatz verstärkt werden kann. Verdankt die Schlacke ihre Dünnflüssigkeit der hohen Temperatur allein, und nicht auch einer Beschickung, bei welcher ein großer Theil des zu reducirenden Metalloxydes verschlackt wird; so findet bei einem solchen hitzigen Gange des Ofens die reinste Schmelzung statt, indeß werden dabei die Kohlen nicht so vollkommen benutzt, als bei einem weniger hitzigen Gange. Sind die Schlacken, ungeachtet des hitzigen Ganges, noch reich an Metall, so wird die Verstärkung des Erzsatzes einen großen Metallverlust durch Verschlackung nach sich ziehen, und es ist dann nothwendig, eine leichtflüssigere Beschickung auszumitteln, in so fern die zur Disposition stehenden Zuschläge, bei der gegebenen Beschaffenheit der Erze, noch eine leichtflüssigere, als die schon angewendete Beschickung möglich machen.

Die Menge oder die Anzahl von Sätzen, welche in einer bestimmten Zeit vor Formen niederschmelzt, — der Gichtenwechsel, — bestimmt sich im Allgemeinen nach der Quantität des Windes, die dem Ofen zugetheilt wird. Dieselbe

Quantität Wind, welche von drei Seiten in den Schmelzraum geführt wird, bewirkt indeß einen ungleich rascheren Gichtenwechsel, als wenn man nur eine Form anwendet. Der Grund von diesem Erfolge ist schon früher erklärt worden. Eine strengflüssigere Beschickung erfordert engere Schmelzräume als eine leichtflüssigere; auch sollte die Weite der Schmelzräume stets mit der Beschaffenheit des Brennmaterials im Verhältniß stehen, indem bei gleichen Windquantitäten die der Ofen erhält, der Schmelzraum bei Koaks enger seyn muß als bei Holzkohlen. Dagegen kann den Schmelzräumen aber bei größeren Windquantitäten auch eine größere Weite zugetheilt werden, weil in gleichen Zeiträumen bei größeren Windmengen eine größere Menge von Kohlen verbrennt, folglich eine mit dieser größeren Quantität im Verhältniß stehende stärkere Hitze erzeugt wird. Weite Schmelzräume sind daher nur bei großen Windquantitäten zuläßig. Sie werden um so nachtheiliger auf den Kohlenverbrauch wirken, je weniger Wind der Ofen erhält, obgleich sich der Nachtheil durch eine richtige Vertheilung des Windes vermindert. Enge Schmelzräume bei großen Windquantitäten würden den Schmeizpunkt zu sehr erhöhen, und bei leichtflüssigen Beschickungen und leicht reducirbaren Metalloxyden, ganz unnöthig eine Zerstöhrung des Schmelzraums, nämlich ein Ausbrennen und Wegschmelzen desselben herbeiführen. Außerdem wird das Brennmaterial nicht vortheilhaft benutzt werden können, weil die geschmolzene Masse länger in der concentrirten Hitze verweilt, als es erforderlich ist. Eine Verstärkung des Erzsatzes wird aber bei weiten Schmelzräumen leichter gefährlich werden können, als bei engen, denn wenn durch unwirksamere (nasse) Kohlen, oder durch Nachläßigkeit beim Aufgeben der Sätze, oder durch andere zufällige Umstände einmal ein starkes Sinken der Temperatur herbeigeführt wird; so ist man, bei weiten Schmelzräumen und schwachen Gebläsen, aller Mittel beraubt, die

Temperatur schnell zu erhöhen. Eine solche Erhöhung der Temperatur durch Verstärkung des Windstroms, wird aber vorzüglich dann von Nutzen seyn, wenn nur einzelne Erzsätze, sey es durch ein zufällig zu großes Verhältniß des Erzes zu den Kohlen, oder durch eine zufällig strengflüssigere Beschickung (durch Durchrollen der Erzgichten, durch Ablösen früher gebildeter gesinterter Massen von den Schachtwänden u. s. f. veranlaßt) ein Sinken der Temperatur herbeigeführt haben. Es wird also die Weite der Schmelzräume vorzüglich durch die Windmenge, sodann durch die Windführung (ob 3, 2 oder eine Form angewendet werden) ferner durch die Schmelzbarkeit der Beschickung, und durch die Beschaffenheit der Kohlen zu bestimmen seyn. Bei höheren Oefen müssen, unter übrigens gleichen Umständen, etwas engere Schmelzräume angewendet werden, als bei niedrigeren Oefen, weil der größere Druck der Schmelzsäule ein stärkeres Zusammenhalten des Windstroms nothwendig macht.

Wenn die Beschickung nicht für jeden einzelnen Satz abgewogen wird, so muß bei der Anfertigung der Gattirung und Beschickung (bei dem Vorlaufen) mit großer Sorgfalt verfahren werden, um die verschiedenen Schichten in ganz gleicher Höhe oder Stärke auszubreiten; auch ist es nothwendig, die möglichste Gleichartigkeit der Sätze dadurch zu bewirken, daß die horizontalen Schichten jederzeit senkrecht durchstochen und in die Tröge eingefüllt werden, damit das Verhältniß des Erzes zu den Zuschlägen bei allen Sätzen so viel als möglich unverändert bleibt. Eben so nothwendig ist es, die Oefen stets ganz gefüllt zu halten. Die Sätze müssen niemals tiefer niedergehen, als bis ein leerer Raum auf der Gicht entstanden ist, welcher dem räumlichen Inhalt eines Kohlen- und Erzsatzes entspricht. Läßt man die Sätze so tief niedersinken, daß mehrere Sätze erforderlich sind, um den Raum bis zur Gichtöffnung wieder auszufüllen, so entsteht eine zu

starke Abkühlung des Ofens. Man giebt immer zuerst den Kohlensatz und sodann den Erzsatz. Zeigen sich große Unregelmäßigkeiten im Niedersinken der Sätze, welche eine Verminderung der Temperatur des Ofens zur Folge haben, so wird man oft sogleich zur Verminderung des Erzsatzes genöthigt seyn. Hat diese Unregelmäßigkeit einen sehr hohen Grad erreicht und die Abkühlung des Ofens dadurch so zugenommen, daß gar keine regelmäßige Schmelzung mehr statt findet; so sucht man das regelmäßige Niedergehen der Sätze dadurch wieder herbeizuführen, daß man gar keine Beschickung einträgt, sondern einige Sätze bloß aus Kohlen, — aus leeren Sätzen — bestehen läßt. Bei einer zweckmäßigen Schachtconstruktion und Windführung, so wie bei einer richtig gewählten Beschickung, können so große Unregelmäßigkeiten beim Niedersinken der Sätze, nur durch große Vernachläßigungen beim Setzen oder beim Aufgeben veranlaßt werden.

Die Quantität der Beschickung, welche in einem gewissen Zeitraum, — gewöhnlich in einer Zeit von 12 Stunden, oder in einer so genannten Schicht — durchgeschmolzen wird, nennt man in einigen Gegenden das Aufbringen. In anderen Gegenden nennt man diese Quantität selbst eine Schicht. — Unter Ausbringen versteht man aber in Deutschland ganz allgemein die Menge des Metalles oder des Schwefelmetalles, die aus einer gewissen, als Einheit angenommenen Quantität Erz, durch die Schmelzung erhalten wird, also die Procente des Produktes, welche aus dem Erz gewonnen werden. Man bedient sich dabei der Ausdrücke: das Erz ist reiner, vollkommner, besser, — oder es ist unreiner, unvollkommner, schlechter, ausgebracht worden, — Unter Gehalt (oder Halt) versteht man immer denjenigen Metall- oder Schwefelmetallgehalt des Erzes, der durch die Erzprobe gefunden worden ist.

Zu den nothwendigen Arbeiten bei den Schachtöfen gehört das Reinmachen des Heerdes und das Reinhalten des

Stiches. Je weiter die Schmelzräume sind, je weniger eine regelmäßige Windführung statt findet und je unzweckmäßiger die Beschickung gewählt worden ist, desto häufiger sammeln sich im Heerde erstarrte Massen von kaltgeblasener Schlacke, oder auch Gemenge von Schlacke und von reducirtem Metall an, welches letztere der Verschlackung entgangen ist. Solche Massen nennt man Patzen (Ofensäue). Wenn sie zu sehr anwachsen, so kühlen sie den Schmelzraum ab, verengen ihn unregelmäßig und hindern das Durchdringen des Windstroms, so daß der Ofen erstickt. Solche Massen müssen daher mit Brechstangen und Brecheisen fortgeschafft werden, wozu nicht selten ein Aufreißen der Ofenbrust nothwendig ist. Bei einem regelmäßigen Gange läuft die Schlacke aus dem Auge in der Vorwand, oder über dem Vorheerd ab, oder sie wird bei den Stich-Tiegelöfen mit dem Metall oder Schwefelmetall zugleich abgelassen, — abgestochen. Weil sich indeß immer etwas Schlacke an den Ofenwänden unter der Form festsetzt, so muß diese nach jedem Abstich, oder bei den Spuröfen dann losgebrochen werden, wenn ein solches Anhängen der Schlacke bemerkbar wird. Die Stichöffnung bei den Tiegelöfen und bei den Sumpföfen befindet sich in der Regel immer am tiefsten Punkt des Heerdes oder des Vorheerdes. Nur bei der Roharbeit, bei welcher bloß ein Schwefelmetall als Produkt erhalten wird, pflegt man die Stichöffnung wohl etwas höher zu legen, damit nach dem Abstich noch etwas Schwefelmetall im Heerde zurück bleibt, weil man befürchtet, daß die Schlacke den Heerd verderben könnte, wenn sie sich unmittelbar auf der Sohle niedersetzt. Sowohl bei den Tiegelöfen als bei den Sumpföfen läuft, bei jedem Abstich, die Schlacke mit dem Produkt (Metall oder Schwefelmetall) in den Stichtiegel, und wird, weil sie schneller erstarrt, von dem Metall abgezogen. Dies gleichzeitige Ablassen der Schlacke ist jedoch nur bei den Stichtiegelöfen nothwendig. Bei den Augentiegelöfen

und bei den Sumpföfen vermeidet man es und verschließt die Stichöffnung, sobald die Schlacke sich zu zeigen anfängt, oder vielmehr noch ehe sie zum Abfließen gelangt. Weil sie nämlich das geringste specifische Gewicht besitzt, so bedeckt sie im Heerde das Produkt der Schmelzung, und kann nicht eher aus der Stichöffnung abfließen, als bis sie sich zum Niveau derselben niedergesenkt hat. Man läßt die Schlacke deshalb nicht mit abfließen, weil sie die Stichöffnung leicht verdirbt, indem sie darin erstarrt, so daß man den Stich nur mit großer Mühe offen erhalten kann. Das Ablösen der in der Stichöffnung erstarrten Schlacke ist häufig durch ein bloßes Losstoßen mit Brechstangen nicht zu bewirken, sondern man wird genöthigt, den Stich aufzuhauen und zuweilen ganz neu anzufertigen. Dadurch entsteht nicht bloß ein großer Zeitverlust, sondern der Schmelzprozeß selbst wird auf eine sehr nachtheilige Art unterbrochen. Man verschließt die Stichöffnung entweder mit einem Pfropf von schwerem Gestübbe, den man an dem vorderen Ende des Stichholzes anklebt, und so in Bereitschaft hält, daß man ihn augenblicklich in die Stichöffnung hineinbringen kann, sobald sich die Schlacke zeigen will; oder man bedient sich auch wohl eines in die Stichöffnung passenden Stöpsels von Holz, welcher von einem Abstich zum anderen größtentheils verkohlt wird. Sobald man den Pfropf oder Stöpsel in die Stichöffnung gebracht hat, zieht man das Stichholz wieder zurück und füllt den Canal, welcher zu der Stichöffnung führt, mit schwerem Gestübbe aus, damit der Pfropf nicht durch die im Heerde sich wieder ansammelnde geschmolzene Masse weggedrückt wird, oder damit der Stich nicht *ausreißt*. Während des Abstechens und bei dem Reinigen des Heerdes und des Stiches nach erfolgtem Abstich, ist das Gebläse entweder in Stillstand gesetzt, oder die Form ist mit dem so genannten Formblech versetzt worden, damit der Wind zurückprallt und nicht in den Heerd gelangen kann.

Alle Schlacke, die bei den Arbeiten des Abstechens und des Heerdreinigens erhalten wird, muß als unreine, d. h. als eine an Metall reiche Schlacke, von der gewöhnlichen Schlacke, — von der Laufschlacke, — abgesondert werden, weil sie auch dann, wenn die von der jedesmaligen Arbeit fallenden Schlacken nicht verschmolzen werden, wieder zu der Beschickung zurück gegeben, oder bei einer anderen Beschickung angewendet werden muß. Eben so müssen auch die Patzen (Schwielen, oder Schur) welche beim Reinigen des Heerdes nach dem Abstechen, aus dem Vorheerde oder aus der Ofenbrust gezogen werden, mit den unreinen Schlacken zusammen geworfen, und wieder zur Beschickung genommen werden. Ist die Reinigung des Heerdes geschehen, so zieht man glühende Kohlen in den Vorheerd, füllt die etwa entstandenen Oeffnungen in der Ofenbrust, nämlich die zu großen Erweiterungen des Auges, mit schwerem Gestübbe aus und führt den Windstrom wieder in den Schmelzraum. Alle diese Arbeiten müssen möglichst schnell geschehen, damit die Schmelzarbeit nicht zu lange unterbrochen wird.

Das in den Stich- oder Spurtiegeln angesammelte Produkt besteht entweder aus Metall, oder aus Schwefelmetall, oder, und zwar am häufigsten, aus beiden. Das Schwefelmetall wird scheibenweise abgehoben, und zwar in dem Verhältniß, wie die Oberfläche nach und nach erstarrt. Zum Abheben der Scheiben bedient man sich eines Spießes und einer Gabel (Forke). Mit dem ersteren lüftet man die erstarrte Scheibe und hebt sie an einem Ende etwas in die Höhe, worauf man mit einem zweiten Werkzeuge unter die gehobene Scheibe greift und sie völlig abhebt. Die Stärke der Scheibe richtet sich ganz nach der Zeit des Erkaltens. Wartet man länger, so ist die Erstarrung weiter fortgeschritten, folglich erhält man stärkere Scheiben u. s. f. Indeß erfolgt die Erstarrung nicht bei allen Schwefelmetallen gleich schnell. — Das

Metall, welches in dem Tiegel zum Vorschein kommt, nachdem das Schwefelmetall abgehoben ist, wird bald ebenfalls in Scheiben gerissen, bald mit eisernen Gießkellen in Formen gegossen, in welchen es erstarrt, um als Kaufmannswaare in den Handel zu kommen, oder zur weiteren metallurgischen Bearbeitung abgegeben zu werden.

Die Beendigung der Schmelzarbeit in den Schachtöfen findet statt, entweder wenn die Erze sämmtlich verschmolzen sind, oder wenn die Resultate der Schmelzung, sey es wegen des geringen Ausbringens, oder wegen des starken Kohlenverbrauches, sehr ungünstig ausfallen. Dieser Erfolg tritt gewöhnlich dann ein, wenn sich der Schmelzraum durch Ausschmelzen zu sehr erweitert hat, und wenn die Gichten nicht mehr regelmäßig niedergehen. Dann ist man genöthigt zum Niederblasen, Ausblasen oder Löschen des Ofens zu schreiten. Man hört auf, frische Sätze aufzugeben und läßt die im Schacht befindlichen Gichten niedergehen. Gewöhnlich machen einige Sätze von reinen Schlacken den Beschluß, um die Massen, welche sich an der Schachtmauer festgesetzt haben, zu erweichen und mit niederzuschmelzen. Sobald der letzte Satz vor die Form gekommen ist, wird das Gebläse in Stillstand gesetzt und man schreitet zum letzten Abstich. Sodann reißt man die Ofenbrust ein und reinigt den ganzen Heerd, wobei man auch die größeren und schwereren Massen, die sich an den Ulmen des Ofens festgesetzt und in den Heerd selbst gezogen haben, sorgfältig ablösen und wegbrechen muß. Die ausgekratzten Massen (Schur und Ofenbrüche) werden zn den unreinen Schlacken gethan. Die größeren Massen, welche viel reguliniſches Eisen enthalten, lassen sich oft nur mit großer Mühe zerkleinern. Dies muß aber geschehen, so lange sie sich noch im glühenden Zustande befinden, weil es nach dem erfolgten Erkalten ganz unmöglich ist. Größere Massen, die sich nicht zerschlagen lassen, werden zuletzt aus der offenen

Vorwand des Ofens gezogen. Sie sind keine Zierde für die Hüttenwerke, welche sie in Menge erzeugen. — Der völlig ausgeräumte Ofen wird nach dem Erkalten von Neuem zugemacht, indem er bis zur Formhöhe eine neue Futtermauer und einen neuen Heerd erhält.

Die Arbeiten in den Flammenöfen.

In den Flammenöfen werden ungleich verschiedenartigere Arbeiten als in den Schachtöfen vorgenommen, weshalb hier auch nur von einigen allgemeinen Maaßregeln bei der Behandlung der Flammenöfen die Rede seyn kann, indem das besondere Verfahren bei den verschiedenen speciellen Arbeiten, in der Metallurgie der einzelnen Metalle abgehandelt werden wird.

Wenn es nicht der Zweck irgend eines Prozesses ausdrücklich erfordert, so muß jeder Luftzutritt in den Heerdraum und über den Rost, so lange die Schmelzung oder die Erhitzung der Masse dauert, vermieden werden. Die Oeffnungen zum Eintragen der Kohlen über dem Rost und die Arbeitsöffnungen, welche zum Heerdraum führen, sind daher sorgfältig zu verschließen. Dies geschieht gewöhnlich mit eisernen Thüren, die in genau schließenden Falzen auf- und niedergelassen und welche mit einem Gegengewicht versehen werden, um sie schneller öffnen oder heben zu können. Häufig bewirft man die Fugen zwischen der Thüre und den Falzen auch noch mit lockerem Sande, wenn es wesentlich nöthig ist, den Zutritt der Luft recht vollständig abzuhalten. Die Oeffnung zum Eintragen der Kohlen verschließt man mit kleinen Steinkohlen, welche den Luftzutritt am besten verhindern. Geschieht die Feuerung mit Holz oder mit Torf, so muß man recht genau schließende Thüren anwenden. Alle Luft die über dem Rost, also auch in den Heerdraum eindringt, schwächt nicht allein den Zug des Ofens, sondern sie wirkt auch oxydirend auf den im Heerdraum befindlichen Körper.

Dagegen muß für den Zutritt von frischer atmosphärischer Luft unter den Rost, mit desto größerer Aufmerksamkeit gesorgt werden. Es ist daher nöthig, den Rost von Zeit zu Zeit zu reinigen, oder die Zwischenräume zwischen den Roststäben mit dem Rosträumer frei und rein zu erhalten. Zeigt es sich bei der Arbeit, daß sich die Zwischenräume so sehr versetzen, daß sie nur mit großer Mühe rein erhalten werden können, so wird es nöthig, einen Roststab heraus zu ziehen, um die übrigen etwas weiter auseinander rücken zu können. Das Nachtragen des Brennmaterials muß sehr rasch geschehen, auch auch muß dasselbe die Rostfläche ganz gleichförmig bedecken, besonders wenn es darauf ankommt, keine unzersetzte atmosphärische Luft durch das Brennmaterial streichen und in den Heerdraum gelangen zu lassen. Daher ist es auch oft nicht gleichgültig, in welcher Periode der Arbeit das Schüren (das Nachtragen des Brennmaterials) geschieht, und man wird den Luftzug zuweilen während des Schürens ganz zu hemmen genöthigt seyn, indem man die Esse so lange mit der Klappe verschließt, bis die Oeffnung zum Eintragen des Brennmaterials wieder ganz geschlossen ist. Von dem Verfahren beim Schüren, und von der Schnelligkeit, mit welcher dies Geschäft verrichtet wird, hängt sehr oft der günstigere Erfolg des Prozesses ab.

Auch bei den Flammenöfen ist das Abwärmen vor dem Anfange des Betriebes von großer Wichtigkeit. Dies muß besonders dann mit Sorgfalt geschehen, wenn die Oefen neue Gewölbe, oder neue Brücken, oder neue Futter in den Füchsen und in den Essen erhalten haben, damit die Feuchtigkeit, bei der plötzlichen Entwickelung der Dämpfe in starker Hitze, nicht zu Rissen und Sprüngen Veranlassung giebt. Nach dem Abwärmen werden erst die Roststäbe eingelegt, deren Entfernung von einander sich nach dem Brennmaterial richtet und gewöhnlich schon durch die Köpfe bestimmt ist, so daß man nur nöthig hat, diese ganz nahe an einander zu rücken. Die

Zwischenräume müssen um so geringer seyn, je weniger und je leichtere Asche das Brennmaterial beim Verbrennen zurück läßt. Manche Steinkohlen hinterlassen sehr viele Asche, die sich in einer heftigen Hitze leicht verschlackt und dadurch zum Verstopfen der Zwischenräume Anlaß giebt. Solche Kohlen erfordern weiter auseinander liegende Roststäbe. Befinden sich die Kohlen dabei in einem sehr zerkleinerten Zustande, so werden sie zur Hervorbringung einer starken Hitze ganz unbrauchbar, weil sie durch die weiten Zwischenräume der Roststäbe fallen. Kleine Kohlen sind aber überhaupt wenig geeignet, eine starke Hitze hervorzubringen, weil sie den Luftzug hemmen, wenn sie, wie es oft nöthig ist um nicht zu viel unzersetzte atmosphärische Luft in den Heerdraum gelangen zu lassen, in einer ziemlich dicken Schicht die Rostfläche bedecken müssen.

Die Roststäbe werden aus geschmiedetem Eisen angefertigt; man bedient sich aber auch der gegossenen eisernen Roststäbe. Ein sehr unangenehmer Umstand bei dem Gebrauch der Roststäbe ist das Krummziehen derselben, indem sich die innere Seite stärker ausdehnt, als die äußere, welche durch die Luft stets abgekühlt wird. Aus diesem Grunde zieht man die geschmiedeten Roststäbe vor, weil sie sich leichter als die gegossenen wieder richten lassen. Diejenigen Roststäbe, sie mögen aus geschmiedetem oder aus gegossenem Eisen bestehen, welche auf der oberen, von dem Brennmaterial bedeckten Fläche, mit einer rinnenartigen Vertiefung versehen sind, scheinen sowohl gegen das Abbrennen (Oxydiren), als auch gegen das Krummziehen am mehrsten gesichert zu seyn, weil sich die Rinne mit der Asche vom Brennmaterial anfüllt, welche nicht allein den Luftzutritt abhält, sondern auch das plötzliche Erkalten des Stabes verhindert.

Das Eintragen des Metalles, des Erzes, der Beschickung u. s. f. geschieht theils in dem noch nicht erhitzten Ofen, theils erfolgt es bei der vollen Hitze desselben. Im letzten Fall muß

es sehr rasch geschehen, um den Ofen nicht zu sehr abzukühlen; auch ist es dann erforderlich, die Esse zu schließen. Die jedesmal einzutragende Quantität richtet sich nach der Größe des Heerdes und nach den auf dem Heerde vorzunehmenden Operationen. Bei einigen Flammenöfen findet die Einrichtung statt, daß das Erz durch eine Oeffnung im Gewölbe auf den Heerd gebracht wird. Alsdann muß die Oeffnung schnell und vollständig wieder geschlossen werden können. Das Arbeitsverfahren im Ofen ist so sehr von der Art des Prozesses dem der Körper unterworfen wird, abhängig, daß darüber gar keine allgemeine Regeln gegeben werden können. Die Werkzeuge deren man sich bedient, sind theils Brechstangen und Spieße, theils Rührhacken, Rührschaufeln und Kratzen, die sämmtlich aus geschmiedetem Eisen angefertigt seyn müssen. Beim Eintragen wirft man die Erze entweder mit Schaufeln auf den Heerd, oder man bedient sich besonderer Eintrageschaufeln, oder man legt die zu schmelzenden Massen auf große eiserne Stangen und breitet die Massen auf diese Art auf der Heerdfläche aus u. s. f. Die Quantitäten zu jedem Einsatz, oder zu jeder Einfahrt, sind vorher in der Regel genau abgewogen worden.

Die Regulirung des Luftzuges ist zwar schon durch die Bestimmung der Größe der Fuchsöffnung geschehen; allein sie muß sehr häufig auch noch durch die Klappe bewirkt werden, welche die Essenmündung verschließt. Diese Klappe gewährt das einzige Mittel bei denjenigen Oefen, in welchen eine sehr starke Hitze erzeugt wird, um den Luftzug zu mäßigen oder für einige Augenblicke ganz zu hemmen, so wie es die verschiedenen Perioden des Prozesses erfordern. Bei anderen Oefen, welche eine minder starke Hitze erzeugen, kann man sich der Schieber bedienen, mit welchen sich die Fuchsöffnung mehr oder weniger verkleinern läßt, je nachdem eine geringere oder eine größere Hitze in den Oefen entwickelt werden soll. Bei Flammenöfen ohne Esse findet keine Regulirung statt, sondern

man bestimmt, wenn es nothwendig ist, den größeren oder geringeren Grad der Hitze bloß durch die Menge des Brennmaterials, welche auf den Rost gebracht wird. Bei den mehrsten Flammenöfen ohne Esse kommt es vorzüglich auch nur darauf an, die Hitze ununterbrochen in gleicher Stärke in dem Ofen zu erhalten.

Nach den verschiedenen Zwecken, die bei der Behandlung der Erze u. s. f. auf dem Heerde der Flammenöfen erreicht werden sollen, ist der Heerd selbst verschieden construirt. Die Erze, welche auf dem Heerde nicht geschmolzen oder flüssig gemacht werden sollen, werden nach der Beendigung des Prozesses von der Heerdfläche heruntergekrückt, zu welchem Zweck zuweilen ein besonderer Schlitz auf der einen Seite des Heerdes angebracht ist, durch den das behandelte Erz in einen dazu bestimmten Behälter hinabfällt. Dann wird der Heerd von neuem mit Erz besetzt und die Operation geht ihren vorigen Gang fort. Wenn die zu behandelnden Massen aber wirklich in den flüssigen Zustand versetzt werden müssen, so laufen sie entweder während der Operation vom Heerde ab, welches bei den Bleischmelzarbeiten und bei den Treiböfen der Fall ist; oder sie sammeln sich in einer Vertiefung des Heerdes an, aus welcher sie, nach der Beendigung der Operation, abgelassen werden. Diese Vertiefung befindet sich zuweilen auf der dem Rost entgegengesetzten Seite des Heerdes, und dann fällt der ganze Heerd dahin ab, auch wird die Flamme alsdann über diesen Sumpf fortgeleitet, weil sich der Fuchs stets dem Roste gegenüber befindet. In anderen Fällen ist der Sumpf, oder die Vertiefung zum Ansammeln der geschmolzenen Masse, in der Mitte des Heerdes befindlich; alsdann ist die Abstichöffnung durch die eine Seitenmauer des Flammenofens geführt. Nicht immer wird die geschmolzene Masse abgestochen, sondern in einigen Fällen schöpft man sie mit eisernen Gießkellen aus. Wenn aber ein Abstechen der geschmolzenen Masse statt findet, so wird das erhaltene Produkt von der Schlacke gewöhnlich

erst in den Tiegeln oder Sümpfen, in welche man die Masse leitet, getrennt, indem man nur in einigen Fällen die Schlacke vor dem Abstechen von dem Produkt der Schmelzung abzieht und aus dem Heerde fortschafft, oder sie ganz auf demselben zurück läßt und erst vor der nächst folgenden Besetzung aus dem Ofen bringt.

In den mehrsten Fällen wird die Arbeit in den Flammenöfen ununterbrochen fortgesetzt, so daß der Ofen von neuem besetzt wird, wenn die von der vorigen Arbeit erhaltenen Produkte vom Heerde entfernt sind. In so fern die Massen dabei in Fluß gekommen waren, müssen die Schlacken sorgfältig abgestoßen und der Heerd muß gereinigt werden, welches aber schnell und mit dem geringsten Zeitverlust geschehen muß. Zuweilen ist es nöthig, den Heerd auszubessern, welches in dem Fall, wenn er von Sand oder von schwerem Gestübbe gemacht ist, sehr bald geschehen kann. Bei einer festen, der Reparatur bedürftigen Heerdsohle, wird der Ofen in vielen Fällen erst erkalten müssen, um die Reparatur vornehmen zu können. Dies muß auch dann geschehen, wenn wesentliche Reparaturen an der Brücke vorkommen, oder wenn das Ofengewölbe zu sehr beschädigt ist. Der Betrieb wird dann unterbrochen und der Ofen gelöscht. Dabei muß die Esse geschlossen und es müssen die Arbeitsthüren niedergelassen werden, damit der Ofen durch plötzliches Erkalten nicht leidet. Die Roststäbe können, wenn aller Zug abgeschnitten ist, sogleich herausgezogen werden. Je länger und ununterbrochener die Arbeiten in den Flammenöfen fortgesetzt werden können, desto vortheilhafter ist die Anwendung derselben, weil man dabei die Hitze des Ofens für die nächste Besetzung benutzen kann. Bei einigen Flammenöfen erfordert es aber die Eigenthümlichkeit des Prozesses, sie jedesmal erkalten zu lassen, wenn die eingetragene Quantität des Körpers die durch den Prozeß bezweckten Veränderungen erlitten hat, wobei dann jener Vortheil nicht zu erlangen ist.

Die eisernen Thüren, mit welchen die Arbeitsöffnungen in den Flammenöfen verschlossen werden, würden, bei einer starken Hitze im Ofen, nicht allein viel leiden, sondern sie würden, als gute Wärmeleiter, den Ofen auch sehr viel Wärme entziehen, wenn man sie nicht mit einem Futter von feuerfesten Ziegeln, oder von feuerfestem Thon versehen wollte. Dies Futter befindet sich auf der dem Ofen zugekehrten Seite der Thüre, welche daher einen flachen Kasten bildet, der zur Aufnahme des Futters bestimmt ist. Eine solche Thüre zeigt die Zeichnung Fig. 525. Man bedient sich dieser Thüren bei allen Flammenöfen, worin eine starke Hitze entwickelt werden muß. Aber auch zum Verschließen der Schürlochöffnungen wendet man ähnliche Vorsetzthüren an, wenn man jene Oeffnungen nicht durch kleine Kohlen abschließen kann. Einen solchen Vorsetzer zeigt die Zeichnung Fig. 524. Er besteht aus einem flachen geschmiedeten oder gegossenen eisernen Kasten, welcher an der dem Roste zugekehrten Seite mit feuerfestem Thon ausgefüttert ist. An der nach außen gekehrten Seite befindet sich ein hohler Zapfen, in welchen eine Stange gesteckt wird, wenn man den Vorsetzer beim Schüren wegnehmen und zum Verschließen des Schürlochs schnell wieder in dasselbe hineinbringen will. — Die Arbeitsthüre versieht man gewöhnlich mit kleinen Oeffnungen, welche mit einem Schieber versehen sind, welche bald als Spählöcher dienen, um den Zustand der geschmolzenen Masse auf dem Heerde beobachten zu können, bald aber auch den Zweck zu erfüllen haben, daß man durch sie mit Werkzeugen auf den Heerd gelangen kann, ohne die große Thüre öffnen, oder in die Höhe schieben zu dürfen, wobei zu viel kalte Luft in den Ofen dringen würde.

Von dem Ausbringen gegen die Erzprobe.

Auf den Hüttenwerken, welche zum Verschmelzen der Eisenerze bestimmt sind, pflegt man das Ausbringen an Rohei-

sen mit dem durch die Erzprobe gefundenen Eisengehalt gewöhnlich nicht zu vergleichen. Auch bei der Darstellung des Quecksilbers, des Zinkes, des Arsenik, Antimon und Wismuth aus ihren Erzen, sind solche Vergleichungen des Metallausbringens im Großen. mit dem Gehalt nach der kleinen Probe, nicht üblich. Dagegen finden sie statt, bei dem Verschmelzen der Blei- Kupfer- Silber- und Golderze, auch wohl bei den Zinnerzen. Bei den Eisenerzen ist theils der geringe Werth derselben, theils der Umstand die Ursache des Unterlassens der controllirenden Proben, oder der so genannten Betriebsproben, daß in der Regel mit einem günstigen Gange des Ofens auch eine vollständige Gewinnung des Eisengehaltes der Erze verbunden seyn muß, und daß man sich auf denjenigen Hüttenwerken, wo eine vollkommne Ausscheidung des Eisengehaltes, zufolge der eingeführten Arbeitsmethode nicht statt finden kann, durch die Kenntniß der Größe des Metallverlustes, von der Befolgung des einmal üblichen Verfahrens nicht abhalten lassen würde. Bei der Verarbeitung der Quecksilbererze setzt man voraus, daß die kleine Probe den Metallgehalt nicht richtiger und zuverläßiger angeben werde, als er sich durch die Arbeit im Großen darstellt. Eben so hält man auch bei den Zinkerzen die Probe überflüssig, weil der Verlust bei der Destillation unvermeidlich erscheint und weil er bei der Erzprobe ebenfalls statt finden würde. Dieser Grund kam indeß nur mehr zur Entschuldigung, als zur Rechtfertigung dienen. Bei dem Arsenik und Antimon ist das Unterlassen der Erzproben vorzüglich in den eigenthümlichen Verhältnissen zu suchen, unter welchen diese Metalle aus ihren Erzen gewonnen werden. Bei dem Wismuth erscheint die controllirende Probe nicht erforderlich, weil dies Metall im regulinischen Zustande aus den Erzen ausgesaigert wird und weil der Metallverlust sich aus der Beschaffenheit der abgesaigerten Erze unmittelbar ergeben würde.

Die controllirenden Erzproben sollen dem praktischen Metallurgen ein Anhalten zur Beurtheilung des Erfolges seiner

Arbeit geben. Es ergiebt sich daraus, daß sie nur alsdann einen wirklichen Nutzen gewähren, wenn sie jenen Zweck wirklich erfüllen. Richtige Proben sind das einzige Mittel um sich von der Zweckmäßigkeit der gewählten Beschickungen und des Arbeitsverfahrens überhaupt zu überzeugen. Deshalb sind häufige Schlackenproben fast wichtiger als jede andere Probe, die weniger zur Controlle des Betriebes, als des Metallgehaltes der Erze bei deren Ankauf dient. Außer den Schlackenproben sind die Proben aller Halb- und Zwischenprodukte, die bei den verschiedenen Arbeiten fallen, die wichtigsten, theils um die Mängel des Arbeitsverfahrens aufzufinden, theils um den Metallgehalt der Zwischenprodukte auszumitteln, wodurch häufig die weitere Verarbeitung derselben bestimmt wird. Es ist aber immer nur aus diesem letzteren Grunde, weshalb die Proben vorgenommen werden und sehr selten dienen sie dazu, das Arbeitsverfahren selbst einer Prüfung zu unterwerfen.

Auf vielen Hüttenwerken hat man die beruhigende Ueberzeugung, daß das Ausbringen im Großen, von den Resultaten der Erzprobe wenig oder gar nicht abweiche. Wenn diese Ueberzeugung nicht auf einer Täuschung beruht, so kann sie nur ihren Grund in der Mangelhaftigkeit der Erzprobe haben; entweder weil beim Probenehmen ein Irrthum vorfiel, welcher jederzeit der Probe zum Nachtheil gereichte; oder, weil die Probe selbst einen zu geringen Metallgehalt anzeigte; oder, weil man durch Remedien den Metallgehalt des probirten Erzes verminderte. Daß durch eine richtige Erzprobe ein größerer Metallgehalt nothwendig gefunden werden muß, als derjenige ist, welcher als das Resultat des Schmelzprozesses hervorgeht, bedarf keiner näheren Auseinandersetzung. Durch solche Täuschungen geht aber der eigentliche Zweck der Betriebsprobe ganz verloren und sie erscheinen nur noch als eine Formalität, welcher man sich füglich überheben könnte. — Auf anderen Hüttenwerken weiset man den Metallgehalt zum Theil in den Schlacken, oder in Produkten nach, aus welchen

das Metall nicht dargestellt, wenigstens nicht mehr mit Vortheil gewonnen werden kann. Ganz reine Abgänge und Schmelzprodukte lassen sich nicht darstellen, und es ist daher ganz richtig, den Metallverlust durch den Gehalt dieser Schmelzprodukte zu ermitteln; allein diese Ermittelungen müssen nicht dazu dienen, eine bloße Nachweisung zu geben, wo das in den Erzen befindliche Metall geblieben ist, sondern sie sollen den Zweck haben, die Ursachen des Verlustes aufzusuchen, um durch die Kenntniß der Mangelhaftigkeit des Prozesses zugleich zu den Mitteln geführt zu werden, durch deren Anwendung ein genügenderes Resultat zu erhalten ist.

Der Metallverlust beim Schmelzprozeß entsteht entweder durch Verflüchtigung, oder durch Verschlackung. Der Verlust durch Verflüchtigung wird sich häufig durch eine bessere Construktion der Ofenschächte und durch eine zweckmäßigere Windführung, auch wohl durch eine leichtflüssigere Beschickung, bei den Schachtöfen, so wie durch eine angemessenere Regulirung des Zuges bei den Flammenöfen, vermindern lassen. Der Verlust durch Verschlackung, welcher der größte ist, erscheint zuweilen geringe, weil der Metallgehalt der Schlacke nur unbedeutend seyn darf, um doch einen großen Verlust herbeizuführen. Die zu verschmelzenden Erze machen oft nämlich nur einen geringen Theil der Beschickung aus, so daß eine große Menge von Schlacken gebildet wird, in welchen sich das verloren gehende Metall vertheilt. Deshalb muß auch auf häufige und zuverläßige Schlackenproben eine besondere Sorgfalt gewendet werden. Strengflüssige Beschickungen, schlecht construirte Ofenschächte, niedrige Oefen, weite Schmelzräume und fehlerhafte Windführung, sind in der Regel die Veranlassung des sehr bedeutenden Metallverlustes durch Verschlackung.

Achte Abtheilung.

Die Röstarbeiten.

Jede Behandlung der Erze oder der Hüttenprodukte in einer erhöheten Temperatur, wodurch sie zu der eigentlichen metallurgischen Verarbeitung vorbereitet werden, nennt man, in Deutschland, das Rösten. Daß die Sprache der Metallurgen keinen Unterschied macht zwischrn Röstarbeiten mit und ohne Zutritt von atmosphärischer Luft, kommt daher, weil der Name schon seit uralten Zeiten den Gegenstand bezeichnete, ehe man nur die entfernteste Ahndung von der Nothwendigkeit des Luftzutrittes bei einigen Röstprozessen haben konnte. Nach Analogie des Ausdrucks: Brennen, dessen man sich bei derjenigen Arbeit bedient, durch welche dem Kalkstein die Kohlensäure, in der Glühhitze entzogen wird, würde man auch alle diejenigen Röstarbeiten, bei welchen ein Zutritt der Luft wesentlich nicht nothwendig ist, Brennarbeiten nennen, also rösten (calciner) und brennen (griller, rôtir) unterscheiden können. Dieser Unterschied in der Benennung der verschiedenen Operationen ist jedoch nicht üblich und zuweilen sogar sprachwidrig. In einigen Fällen nennt man das Rösten bei einem geringen Luftzutritt, in Deutschland, das Braten.

Wenn auch die Sprache der Metallurgen keinen Unterschied macht zwischen Brennen und Rösten, so würde man doch die Röstarbeiten, bei einem wissenschaftlichen Vortrage, in solche theilen können, bei denen ein Luftzutritt wesentlich nicht nöthig ist, und in solche, welche ohne Luftzutritt nicht erfolgen können; — allein in den mehrsten Fällen werden beide Zwecke auf eine ganz gleiche Weise erreicht. Es scheint daher angemessener, die verschiedenen Röstarbeiten nach den Methoden oder nach den Verfahrungsarten zu betrachten, deren sich der praktische Metallurg zur Erreichung seines Zweckes bedient. Eine absolute Nothwendigkeit, den Luftzutritt bei den Röstarbeiten abzuhalten, ist gar nicht vorhanden, weil die Luft auch in den Fällen, wenn der Zutritt nicht erforderlich ist, nicht nachtheilig, oft sogar vortheilhaft einwirkt. Man könnte zwar einwenden, daß bei der Destillation des Schwefels aus dem Schwefelkies, oder bei der Destillation des regulinischen Arsenik aus dem Arsenikkies, der Luftzutritt gänzlich vermieden werden muß; allein diese Operationen, obgleich sich der Zweck des Röstens dabei zugleich erreichen läßt, werden nicht mehr Röstarbeiten genannt, weil die eigentliche Absicht bei denselben, in der Gewinnung eines Produktes besteht, welches keiner weiteren metallurgischen Bearbeitung unterworfen wird. Das Aussaigern des Wismuths oder des Schwefelantimons gehört aus demselben Grunde nicht zu den Röstarbeiten.

Käme es darauf an, den Luftzutritt bei der Röstarbeit vollständig abzuhalten, so würde sich dieser Zweck nur in Schachtöfen, und zwar durch Schichtung des zu röstenden Erzes mit Kohlen, erreichen lassen. Diese Art zu rösten wird auch bei den Eisenerzen und bei dem Galmei wirklich angewendet, jedoch nicht sowohl um jenem Zweck zu entsprechen, als vielmehr weil dies Verfahren, unter manchen örtlichen Verhältnissen, das wohlfeilste ist; denn ein Luftzutritt würde auch bei diesen Arbeiten nicht allein nicht nachtheilig seyn, son-

dern bei dem Rösten der Eisenerze oft sogar noch Vortheile gewähren. Das Brennen der Eisenerze und des Galmei findet daher auch sehr häufig unter Umständen statt, bei welchen der Luftzutritt nicht abgehalten wird, obgleich man auch alsdann dies Verfahren beim Rösten nicht aus dem Grunde wählt, weil man einen Luftzutritt absichtlich herbeiführen will, sondern weil die gewählte Röstmethode die vortheilhafteste, oder die den örtlichen Verhältnissen am mehrsten angemessene zu seyn scheint. Die Frage: ob ein Zutritt der Luft beim Erzrösten, — abgesehen von allen anderen ökonomischen Verhältnissen, — vortheilhaft oder ganz gleichgültig sey, kommt bloß bei dem Rösten der Eisenerze in Betrachtung, weil dies Metall eines mehrfachen Oxydationszustandes fähig ist, von welchem der mehr oder weniger günstige Erfolg bei den Schmelzarbeiten nothwendig mit abhängig seyn muß. Die übrigen Metalle kommen in ihren Erzen entweder nur in einem einzigen Oxydationszustande vor, der sich beim Rösten nicht verändert; oder, wenn sie in mehreren Oxydationszuständen erscheinen (und davon liefert dem Metallurgen nur das Kupfer im Rothkupfererz das einzige Beispiel), so ist das Erz, in welchem sich das Metall in einem durch das Rösten bei Luftzutritt sich verändernden Oxydationszustande befindet, in einem so geringen Verhältniß zu den übrigen Erzen desselben Metalles vorhanden, daß bei der Röstarbeit darauf nicht Rücksicht genommen werden kann. Außerdem werden, mit Ausnahme des Eisens, des Zinkes (in so fern es aus Galmei bereitet wird) und der wenigen Metalle, welche im reguliniscchen Zustande in ihren Erzen vorkommen und gewonnen werden, alle Metalle aus ihrer Verbindung mit Schwefel dargestellt, so daß die Frage nicht mehr sagen kann, w i e die Röstung zu bewerkstelligen sey, indem der Zutritt der Luft alsdann eine ganz wesentliche Bedingung ist, sondern o b sie überhaupt vorgenommen werden soll, welches von den Maaß-

regeln abhängt, die für jeden einzelnen Fall näher zu bestimmen sind.

Weil bei den Eisenerzen keine Aufbereitung statt findet, und weil dieselben zuweilen in großen Massen auf ihren Lagerstätten gewonnen werden, so wird eine mechanische Zerkleinerung, auch ohne den Zweck der Aufbereitung, deshalb nothwendig, um die Verarbeitung in den Schmelzöfen bewirken zu können. Das in diesem Fall erforderliche Brennen der Eisenerze, welches man auch ein Rösten genannt hat, soll bloß ein Mürbemachen der großen Stücken bezwecken, um sie bis zur Größe eines Hühnereyes, oder einer Wallnuß, zerschlagen zu können. Obgleich dies zuweilen nur der eigentliche Zweck ist, so erreicht man dadurch doch oft zugleich noch einen anderen, nämlich die Verflüchtigung von Wasser und von Kohlensäure. Dies ist diejenige Operation des Röstens, welche man ein Brennen nennen sollte, weil der Luftzutritt dabei nicht wirksam ist, wie z. B. bei den Eisenoxydhydraten und bei dem Galmei, so wie bei den Magneteisensteinen und bei den Spatheisensteinen, wenn die Röstung mit Ausschluß der Luft erfolgt. Findet aber ein Luftzutritt statt, so oxydiren sich sowohl der Magneteisenstein, als das aus dem Glühen des Spatheisensteins hervorgehende Oxydul-Oxyd, stärker, weshalb der Erfolg der Röstung mit und ohne Luftzutritt nicht derselbe seyn wird. Man röstet aber niemals diejenigen Erze, in welchen das Metall im oxydirten Zustande vorkommt, aus dem Grunde, weil man das Oxyd stärker oxydiren will, sondern man erreicht diese Absicht nur zufällig, in so fern man ein solches Röstverfahren anwendet, bei welchem der Luftzutritt nicht abgehalten wird. Der Zweck beim Rösten solcher Erze ist die Verflüchtigung des Wassers und die Austreibung der Kohlensäure, und man kann daher die stärkere Oxydation des Oxydes bei der Röstung unter Luftzutritt, mehr für einen zufälligen als für einen wesentlichen Erfolg der Röstung be=

trachten, selbst wenn man absichtlich ein solches Röstverfahren gewählt hätte, bei welchem der Luftzutritt nicht ausgeschlossen wird.

Die eigentliche Röstarbeit, nämlich die Behandlung der Erze und der Hüttenprodukte in der erhöheten Temperatur, unter Zutritt der Luft, ist ein sehr einfacher Prozeß, von welchem die Gründe des Erfolges aber noch sehr wenig genau bekannt sind. Es soll durch die Röstarbeit gewöhnlich der Schwefel, zuweilen auch Arsenik und Antimon entfernt werden. Indem die atmosphärische Luft auf die Verbindungen der Metalle mit den genannten Körpern, in der erhöheten Temperatur einwirkt, oxydirt sich die Verbindung und von der Beschaffenheit des Metalles hängt alsdann der Zustand ab, in welchem es nach der gänzlichen Zerstöhrung jener Verbindung zurück bleibt. Die edlen Metalle scheiden sich regulinisch ab, die unedlen gehen neue Verbindungen ein, oder sie bleiben als Oxyde zurück, je nachdem der Grad der Temperatur, oder die eigenthümliche Beschaffenheit des Metalloxydes verschieden sind. Dies Verhalten wird bei den einzelnen Metallen näher zu entwickeln seyn. Es sind aber gerade die Verschiedenheiten in der Temperatur, so wie das Verhalten der sich bildenden neuen Verbindungen zu den noch nicht zersetzten Verbindungen, welche große Modificationen in dem Röstungsprozeß hervorbringen, die zum Theil in ihren Gründen noch völlig unbekannt sind. Wenn ein einfaches Schwefelmetall geröstet wird, so ist es nicht die zuströmende atmosphärische Luft allein, welche das Schwefelmetall zerstöhrt, sondern die Wirkung der Luft wird auch durch die Einwirkung der neu entstandenen Verbindung auf den noch unzersetzten Antheil des Schwefelmetalles unterstützt. In einer gewissen Periode der Röstung, in welcher das Schwefelmetall noch nicht ganz zerlegt ist, würde daher eine vollständige Zerlegung, auch ohne allen weiteren Zutritt der Luft, erfolgen können, aber

dieser Erfolg wird durchaus von dem Grade der Temperatur abhängig seyn, in welcher das Gemenge behandelt wird. So werden z. B. Schwefelkupfer und Kupferoxyd in einer geringen Röstthitze nur schwach auf einander wirken; bei mehr erhöheter Temperatur wird das Oxyd die Wirkung des freien Sauerstoffs in der Atmosphäre auf das Schwefelkupfer sehr unterstützen, obgleich das Resultat dieser wechselseitigen Einwirkung ein anderes ist, als das der atmosphärischen Luft auf das Schwefelkupfer. Schwefelblei und Bleioxyd wirken schon in einer bedeutend niedrigeren Temperatur zerlegend auf einander, und bringen dabei andere Erfolge hervor, als diejenigen sind, welche durch die Einwirkung der Luft auf das Schwefelblei veranlaßt werden. Die atmosphärische Luft strömt bei unseren Röstprozessen aber ununterbrochen herbei und verändert die Erfolge der Einwirkungen der schon zersetzten und der noch nicht zersetzten Schwefelmetalle in der Art, daß bei einem vollkommnen Abrösten eines Schwefelmetalles zuletzt nur das Metalloxyd zurück bleibt. — Eine noch größere Verwickelung des Erfolges tritt dann ein, wenn verschiedenartige Schwefelmetalle gleichzeitig mit einander geröstet werden. Durch Hrn. H. L. Ström erfahren wir einen sehr merkwürdigen Erfolg beim Rösten des kupferkieshaltigen Schwefelkieses zu Foldals Kupferhütte in Norwegen, den Hr. Bredberg (Jern-Kontorets-Annaler, 1826) bekannt gemacht hat. Bei diesem, etwa 3 bis 4 Procent Kupfer enthaltenden Schwefelmetall, bilden sich, wenn die Röstung nicht ganz vollendet wird, concentrische Schaalen, in denen der Kupfergehalt von der Oberfläche bis zum Mittelpunkt immer mehr zunimmt, so daß sich fast der ganze Kupfergehalt des Erzes in dem mittleren Kern befindet. Dieser Erfolg ist so constant, daß man sogar ein eigenes Röstungsverfahren eingeführt hat, welches man das Kern-Rösten nennt, und welches darin besteht, daß das Erz nicht stärker geröstet wird, als es nothwendig ist, um einen

solchen noch unzersetzten Kern von Schwefelmetall zu erhalten. Schon im vorigen Jahrhundert ward diese Kernröstung eingeführt und soll, wie Hr. Ström berichtet, noch jetzt statt finden. Man bewirkt durch diese Röstung ein Concentriren des Kupfergehaltes und macht die äußeren gerösteten Schaalen so arm an Kupfer, daß man sie als ganz unschmelzwürdig aushält. Die Ursache dieses merkwürdigen Erfolges ist ohne Zweifel die, daß sich Schwefelkupfer und Kupferoxyd schon in einer niedrigeren Temperatur zersetzen als Schwefeleisen und Eisenoxyd. Das entstehende reguliniſche Kupfer entzieht dem Schwefelkies den Antheil Schwefel, welchen der Kies abgeben kann, um eine niedrigere Schweflungsstufe zu bilden. Das Ueberraschende dieses Concentrirens des Kupfergehaltes bei der Röstung liegt nur darin, daß sich die neuen Verbindungen bei einem nicht flüssigen Zustande des Erzes bilden. Wir kennen indeß jetzt schon mehrere solche Veränderungen der Mischungsverhältnisse bei Körpern die einer anhaltenden Glühhitze ausgesetzt werden, ohne dabei in den flüssigen Zustand zu kommen, welcher sogar der Entstehung dieser neuen Verbindungen hinderlich seyn würde. In dem vorliegenden Falle ist der Erfolg wahrscheinlich abhängig, theils von der Temperatur, theils von einem großen Uebermaaß des Schwefelkieses zum Kupferkiese. Durch eine zu starke Hitze würde kein Schwefelkupfer wieder gebildet werden können, weil die zuströmende Luft die Zerlegung der schon gebildeten Verbindung veranlassen, und weil die äußere Schaale, in so fern sie nicht zur Schmelzung gelangt, den Zutritt der Luft nicht hinreichend abhalten würde. Bei einem zu geringen Verhältniß des Schwefelkieses würden dichte Schaalen, welche die Luft vom Kern abhalten, gar nicht entstehen können. Die Röstung muß daher nur auf der Oberfläche eingeleitet werden und sich durch die Einwirkung des Eisenoxyds auf das Schwefeleisen bis in das Innere der Masse fortpflanzen. Bei dieser Einwirkung wird das

Eisenoxyd zu einer niedrigeren Oxydationsstufe zurück geführt, und durch die hinzutretende atmosphärische Luft immer wieder in Eisenoxyd umgeändert. Bei demselben Grade der Temperatur, in welchem Schwefeleisen und Eisenoxyd nur Eisenoxydul-Oxyd bilden, zerlegen sich Schwefelkupfer und Kupferoxyd schon zu regulinischem Kupfer, welches Schwefel aus dem Schwefelkies aufnimmt, wodurch jener merkwürdige Erfolg hervorgebracht wird, welcher sogleich aufhören würde, wenn die Röstung nicht durch die Oxyde, sondern durch die Luft unmittelbar bewerkstelligt würde. — Auf gleiche Weise scheint das Schwefeleisen den Bleiglanz sehr lange gegen die Entschwefelung zu schützen. Selbst bei dem Rösten des so genannten Kupfersteins oder Kupferlechs, bildet sich auf solche Art ein kupferreicherer Kern, der zuweilen nicht bloß Schwefelkupfer, sondern auch regulinisches Kupfer ist, während die äußeren Schaalen fast nur aus oxydirtem Eisen bestehen. Ein solcher Erfolg kann natürlich sichtbar nicht eintreten, wenn das Erz oder der Stein in einem sehr zerkleinerten Zustande geröstet werden, und gar nicht, wenn die Hitze bis zum Schmelzen der Masse gesteigert wird.

Durch die größere mechanische Zertheilung des zu röstenden Schwefelmetalles, muß die Röstung sehr befördert werden, weil sich die Wirkung des auf der Oberfläche gebildeten Oxydes ungleich schneller als bei gröberen Stücken, bis zum Mittelpunkt des Körnchens verbreitet. Dagegen trägt eben dieses mechanische Zertheiltseyn der Masse wieder wesentlich zur Verzögerung des Prozesses bei, weil jedes Körnchen ein für sich bestehendes Ganzes bildet, welches von dem anderen durch eine Luftschicht getrennt wird. Die dem Schlich von außen mitgetheilte Wärme kann, wegen der dichten Lage der Körnchen, jene Luftschicht nicht so stark erhitzen, daß der Prozeß des Röstens auf der Oberfläche der von der Luftschicht berührten Körnchen eingeleitet werden könnte. Es tritt aber außerdem

noch der Umstand hinzu, daß die atmosphärische Luft, welche die leeren Zwischenräume zwischen den Körnchen ausfüllt, und durch welche der Röstprozeß nur ganz allein eingeleitet werden kann, sehr bald durch das beim Rösten sich entwickelnde schwefligtsaure Gas verdrängt und daß dadurch das Fortschreiten der Röstung ganz verhindert wird. Deshalb findet, bei dicht liegenden feinen Schlichen, der Röstprozeß fast nur auf der Oberfläche des Haufwerkes statt, wo dasselbe mit der Atmosphäre in unmittelbarer Berührung steht. Ist das Verfahren bei der Röstung von der Art, daß dem Haufwerk keine neue Oberfläche gegeben werden kann, so wird der Prozeß außerordentlich langsam fortschreiten und das geröstete Schwefelmetall wird sich, nach beendigter Röstung, in einem sehr ungleichartigen Zustande befinden. Gestattet die Röstmethode dagegen ein häufiges Umrühren des Haufwerkes und eine Erneuerung der Oberfläche, so wird der Prozeß sehr beschleunigt und das geröstete Schwefelmetall in einem gleichartigen Zustande erhalten werden können. Darin besteht im Allgemeinen der große Vorzug, den das Rösten auf dem Heerde des Flammenofens gewährt. Bei jeder anderen Art des Röstens hängt der Erfolg, außer von der mechanischen Zertheilung des Schwefelmetalles, auch noch von der Menge des Brennmaterials ab, welches die zum Rösten erforderliche Hitze entwickeln soll, und welches nicht, den Umständen gemäß, durch neues Brennmaterial ersetzt werden kann, sobald die zuerst angewendete Quantität verbrannt ist. Das geröstete Schwefelmetall muß daher in dem Zustande bleiben, in welchen es durch die angewendete Quantität des Brennmaterials versetzt werden konnte, und wenn dieses seine Wirkung gethan hat, so muß derselbe Prozeß zum zweiten, dritten u. s. f. mal wiederholt werden, bis die Röstung endlich ganz vollendet ist. Bei der Röstung im Flammenofen wird dagegen die ganze Quantität Schwefelmetall, welche mit einem male auf den Heerd des Flammenofens

gebracht wird, vollständig abgeröstet, weil man die Masse so lange auf dem Heerde behandeln kann, bis der Röstprozeß beendigt ist. Das Rösten in Flammenöfen ist daher ein ungleich vollständigeres Verfahren, als jede andere Röstmethode, obgleich es Fälle geben kann, bei welchen man Veranlassung hat, die Flammenöfen nicht anzuwenden. Fast unentbehrlich werden sie aber dann seyn, wenn sich das röstende Schwefelmetall im Zustande von feinen Schlichen befindet, aus Gründen die so eben entwickelt sind. In Ermangelung der Flammenöfen bedient man sich in solchen Fällen wohl des Mittels, die Schliche einzubinden, d. h. sie in einem Kalkbrei einzurühren, die steife Masse in Formen zu drücken, diese trocknen zu lassen und dann zu zerbrechen, um größere Stücken zu erhalten, welche der Luft den Durchzug gestatten. Dies Mittel gewährt indeß immer nur eine unvollständige Aushülfe.

Ein anderer großer Vortheil, den die Anwendung der Flammenöfen bei der Röstarbeit gewährt, besteht darin, daß man die Temperatur so reguliren kann, wie es die verschiedenen Perioden des Prozesses erfordern. Das Schwefelmetall ist um so mehr zum Flüssigwerden geneigt, je weniger Schwefel durch das Rösten entfernt worden ist. Die Temperatur muß daher zu Anfange des Prozesses niedriger seyn, als gegen das Ende desselben. Bei denjenigen Röstmethoden, bei welchen das Schwefelmetall, unter Luftzutritt, mit dem Brennmaterial geschichtet, in Glühhitze gebracht wird, nimmt die Temperatur gegen das Ende des Prozesses ab, und die Röstung wird daher in einer Zeitperiode unterbrochen, in welcher sie, durch Anwendung einer höheren Temperatur, ganz vollendet werden könnte. Das Verhältniß des Brennmaterials zum Schwefelmetall gleich anfänglich so sehr zu erhöhen, daß, durch die Wirkung des ersteren, der ganze Röstprozeß beendigt werden könnte, ist unausführbar, weil das Schwefelmetall durch die zu starke Hitze, welche in einer ganz unrichtigen Zeitpe=

riode, nämlich alsdann einwirkt, wenn das Metall noch mit viel Schwefel vereinigt ist, zum Schmelzen gebracht werden würde. Der flüssige Zustand der zu röstenden Masse ist aber auf doppelte Weise nachtheilig, einmal weil sich die Masse mit den stets vorhandenen Erden verschlackt, und dann weil der Prozeß des Röstens dadurch verzögert wird. In der erhöheten Temperatur muß allerdings eine kräftigere Einwirkung des Sauerstoffs auf das Schwefelmetall statt finden, und deshalb sollte auch die Röstung in einer bis zum Schmelzen der Masse gesteigerten Hitze schneller erfolgen können. Dieser Erfolg würde eintreten, wenn die Oberfläche der geschmolzenen Masse nicht aus einer flüssigen Schlacke bestände, welche eine für die atmosphärische Luft fast undurchdringliche Decke bildet, und wenn diese Schlackenmasse selbst, weil das oxydirte Metall darin durch die verschlackten Erden gebunden ist, nicht ohne alle Wirkung auf das unter ihr befindliche Schwefelmetall wäre. Dadurch erklärt sich die Verzögerung, oder das fast gänzliche Stocken des Röstprozesses in der bis zum Schmelzen gesteigerten Hitze, indem die hohe Temperatur an sich, nicht die Ursache der Hemmung des Röstprozesses seyn kann, welcher vielmehr dadurch befördert werden würde.

Das Stocken des Röstprozesses bei der bis zum Flüssigwerden der Masse gesteigerten Temperatur, ist aber nicht der einzige Nachtheil, welcher aus der Anwendung einer zu starken Hitze entspringt; sondern ein anderer Nachtheil wird durch das Verschlacken der Masse hervorgebracht. Das Metalloxyd befindet sich in der Schlacke in einer chemischen Vereinigung mit den Erden (und wenn, statt der Kieselerde, basische Erden vorhanden sind, mit den Schwefelerdenmetallen) so daß die Reduction bei der folgenden Schmelzarbeit erschwert wird. Ein solcher Erfolg wirkt bei einfachen Schwefelmetallen schon nachtheilig; aber ungleich größer ist der Nachtheil, wenn ein zusammengesetztes Schwefelmetall geröstet wird, von welchem

man vorzugsweise nur das eine Metall zu oxydiren, das andere aber mit dem noch zurück bleibenden Schwefel in Verbindung zu erhalten wünscht. Eine solche Absonderung, deren oben bei der Röstung einer aus Eisen, Kupfer und Schwefel bestehenden Verbindung erwähnt worden ist, kann in der Schmelzhitze nicht statt finden, weil die atmosphärische Luft mit zu großer Heftigkeit hinzuströmt und das regulinisch sich ausscheidende Kupfer wieder oxydirt, so daß es zugleich mit dem oxydirten Eisen in die Schlacke geführt wird. Durch eine sehr langsam gesteigerte Hitze wird daher der Zweck am vollkommensten erreicht werden, selbst in solchen Fällen, wenn eine vollständige Entschwefelung des Haufwerkes die Absicht der Röstung ist. Diese Absicht liegt indeß nicht jeder Röstung zum Grunde, nämlich alsdann nicht, wenn das weniger oxydable Metall (das Kupfer) durch den Schwefel gegen die Oxydation geschützt werden soll. Man erreicht aber diese Absicht oft in einem höheren Grade, als es für die Entschwefelung des oxydableren Metalles (des Eisens) durch die Röstung wünschenswerth ist, wenn man das zu röstende Schwefelmetall in großen Stücken anwendet, und wenn man außerdem die Temperatur, in einer zu frühen Periode des Röstens, zu sehr steigert. Bei dem Rösten in Haufen ist aber die Temperatur an den verschiedenen Stellen des Haufens ungemein verschieden und eine zu große Erhöhung derselben theilweise gar nicht zu vermeiden. Aus diesem Grunde ist eine ganz vollständige Entschwefelung nicht anders, als auf dem Heerde des Flammenofens zu erreichen. Aber auch in den Flammenöfen wird sie nur alsdann statt finden, wenn das Erz in einem Zustande der mechanischen Zertheilung angewendet wird, welcher für das Rösten in Haufen durchaus unzweckmäßig ist, nämlich in dem Zustande des feinsten Schliches. Wird die Röstung, durch allmälige Steigerung der Temperatur, so geleitet, daß sich zuletzt, in einer sehr verstärk-

ten Hitze, keine Dämpfe von schwefligtsaurem Gas mehr entwickeln, daß aber auch kein Zusammenbacken oder Zusammensintern der Schlichtheilchen, d. h. keine Schmelzung statt gefunden hat, so kann man von der erfolgten vollständigen Entschwefelung, aber auch zugleich davon überzeugt seyn, daß die Oxydation zuerst das oxydablere Metall betroffen hat, und daß keine Verschlackung, nämlich keine chemische Verbindung der durch die Röstarbeit entstandenen Metalloxyde mit den dem Erz beigemengten Erden eingetreten ist. Eine solche vollständige Entschwefelung wird für den Schmelzprozeß nicht immer erfordert; sie ist aber ganz wesentlich nothwendig, wenn Erze der Amalgamation unterworfen werden sollen. Ohne die feinste mechanische Zertheilung und ohne eine sehr langsame Steigerung der Temperatur beim Rösten, verbunden mit einer häufigen Erneuerung der Oberfläche durch Umrühren und Wenden der Schliche, kann man einen günstigen Erfolg bei der Amalgamation nicht erwarten, weil dieser von der völligen Zerstöhrung der Schwefelmetalle, so wie überhaupt von dem Zustande der feinsten mechanischen Zertheilung vor und nach der Röstoperation abhängig ist.

Das Rösten der Erze und der Hüttenprodukte in größeren Stücken, — die Röstung mag in Haufen oder in Flammenöfen vorgenommen werden, — und das Rösten in dem Zustande der feinsten mechanischen Zertheilung, sind eigentlich zwei, in der wirkenden Ursache sowohl, als in dem Erfolge, sehr verschiedene Operationen. Beim Rösten in Stücken wirkt der Sauerstoff der Atmosphäre mittelbar, indem sich die Wirkung von der Oberfläche bis zum Mittelpunkt, durch das auf der Oberfläche gebildete Oxyd, ununterbrochen fortpflanzt, so daß das Oxyd entweder (wie beim Blei) beständig zu Metall reducirt und durch die Wirkung der Atmosphäre wieder oxydirt, oder (wie beim Eisen) in Oxydul und durch die Atmosphäre wieder in Oxyd umgeändert wird. Soll die Entschwe-

felung dabei vollständig, d. h. bis zum innersten Kern erfolgen, so ist dazu ein langer Zeitraum erforderlich, weil der Prozeß durch Erhöhung der Temperatur nicht beschleunigt werden darf. Der Erfolg dieser Röstoperation ist daher eine Masse, die noch viel Schwefel, zum Theil auch schwefelsaure und basisch schwefelsaure Metalloxyde enthält. Je vollständiger der Schwefel entfernt werden soll, desto öfter muß (beim Rösten in Haufen) der Röstprozeß wiederholt werden, oder desto länger muß (bei dem Rösten in Flammenöfen) das Schwefelmetall auf dem Heerde des Flammenofens verweilen. Dennoch wird aber eine vollkommne Entschwefelung bei dem Rösten in Stücken nicht zu bewerkstelligen seyn, weil die Hitze zuletzt so gesteigert werden muß, daß sich das, nicht bloß den Röstprozeß hemmende, sondern auch auf die folgende metallurgische Verarbeitung nachtheilig wirkende Verschlacken, nicht vermeiden läßt. — Bei dem Rösten der Schliche, welches immer nur im Flammenofen geschehen sollte, verhält es sich mit der Wirkung der Luft auf das Schwefelmetall zwar nicht anders; allein man kann dabei die Entschwefelung mehr als einen Erfolg der unmittelbaren Einwirkung der atmosphärischen Luft auf das Schwefelmetall ansehen, weshalb die Schlichröstung im Flammenofen auch das einzige Verfahren ist, durch welches eine vollständige Entschwefelung, ohne eine gleichzeitige Verschlackung, bewirkt werden kann.

Die Produkte der Röstung eines einfachen Schwefelmetalles sind jedoch häufig nach dem Grade der angewendeten Temperatur sehr verschieden. Es bilden sich in geringerer Hitze schwefelsaure Metalloxyde, welche in erhöheten Temperaturen wieder zersetzt werden. Die Bildung der schwefelsauren Metallsalze begünstigt die Röstung, weil die Luft die lockere Masse leicht durchdringt, und weil diese außerdem in der Hitze aufreißt und dadurch den Zutritt der Luft zu dem, unter dem Metallsalz befindlichen, unzersetzten Schwefelmetall erleichtert.

Dagegen schreitet aber der Zersetzungsprozeß, wegen der niedrigen Temperatur, auch nur sehr langsam fort, und außerdem würde die Bildung der schwefelsauren Salze nicht das Mittel seyn, den Schwefel zu entfernen, weil sich die schwefelsauren Salze in der Schmelzhitze, in so ferne sie mit Kohle in Berührung kommen, wieder zu Schwefelmetallen umändern. Eine Röstung in so niedriger Temperatur, welche die Bildung von schwefelsauren Metallsalzen zur Folge hat, läßt sich daher nur alsdann anwenden, wenn es die Absicht ist das Schwefelmetall auf ein schwefelsaures Salz zu benutzen, aber nicht dann, wenn eine wirkliche Entschwefelung bezweckt wird. Bei der Röstung in Haufen ist jedoch die Bildung der schwefelsauren Oxyde nicht zu vermeiden, weil kein Mittel vorhanden ist, eine gleichmäßige Temperatur in dem ganzen Haufen hervorzubringen. Die Röstung muß deshalb oft mehrere male wiederholt werden, um auch die bei dem vorhergegangenen Rösten entstandenen schwefelsauren Salze wieder zu zerstöhren. Bei dem Rösten in Flammenöfen ist es sogar nothwendig, die Temperatur in der ersten Periode der Röstung so niedrig zu halten, daß schwefelsaure Metallsalze gebildet werden, weil sonst der Hitzgrad leicht überschritten werden könnte, und weil sich die entstandenen schwefelsauren Salze demnächst durch die Erhöhung der Temperatur sehr leicht wieder zersetzen lassen. Für den Metallurgen sind es vorzüglich nur das Kupfer und das Eisen, deren verschiedenartiges Verhalten in der geringeren und in der stärkeren Rösthitze zu berücksichtigen ist, denn durch die Röstung des Bleiglanzes erzeugt sich Bleivitriol, der sich in der Rösthitze nicht zerlegen läßt, wenn keine Einwirkung auf ein noch vorhandenes unzersetztes Schwefelmetall statt findet. Andere Metalle befolgen ein gleiches Verhalten, und noch andere Metalle sind gar nicht fähig, sich beim Rösten in schwefelsaures Oxyd umzuändern.

Zuweilen sucht man mit der Röstarbeit die Gewinnung

eines Theils Schwefel in Substanz zu verbinden. Dies Verfahren ist sehr vortheilhaft, weil man die Röſthitze selbst zur Schwefelgewinnung benutzt, oder vielmehr weil die Hitze, welche sich beim Verbrennen eines Theils des Schwefels entwickelt, dazu dienen muß, einen anderen Theil desselben zu verflüchtigen. Es ist einleuchtend, daß man nur aus denjenigen Schwefelmetallen bei der Röstarbeit Schwefel gewinnen kann, welche bei der Destillation in verschlossenen Gefäßen einen Theil ihres Schwefelgehaltes abgeben. Ein solches Verhalten zeigt aber nur der Schwefelkies. Man wird daher nur beim Rösten von Schwefelmetallen, die reich an Schwefelkies sind, Schwefel gewinnen können. Alle diejenigen künstlichen Schwefelmetallverbindungen, welche das Resultat des Schmelzprozesses sind, werden beim Rösten keinen Schwefel liefern können, so wenig wie die übrigen in der Natur vorkommenden Schwefelmetalle. Wenn sich aber dennoch beim Rösten dieser Schwefelmetalle, oder gar beim Verschmelzen derselben in Schachtöfen, Schwefel bildet; so ist derselbe nur ein sehr zufälliges Produkt, welches aus der Zersetzung der schwefligten Säure durch glühende Kohlen hervorgegangen ist. — Es wird aber außerdem von dem Grade der Temperatur abhängen, ob sich aus einem an Schwefelkies reichen Erz, beim Rösten desselben, Schwefel abscheidet, oder nicht. Die Absonderung wird in einer niedrigen Temperatur, in welcher sich ein schwefelsaures Metalloxyd bildet, noch nicht statt finden, weil sich der Schwefel in schwefligte Säure umändert. Erst wenn die Temperatur so gesteigert ist, daß der Schwefelkies einen Theil seines Schwefels entläßt, — und diese Temperatur scheint mit derjenigen nahe zusammen zu fallen, in welcher die schwefelsauren Metalloxyde wieder zersetzt werden, — wird auf eine Abscheidung des Schwefels aus dem Kies gerechnet werden können. Dieser Schwefel hat immer starke Beimengungen von Schwefelsäure, welche zum großen Theil durch die Zersetzung

der schwefelsauren Salze entstehen, indem sich dabei, außer dem schwefligtsauren und dem Sauerstoffgase, auch Schwefelsäure entwickelt. Ein anderer Theil der Schwefelsäure mag vielleicht von dem Verbrennen des schon frei gewordenen Schwefels herrühren, aber durch den Röstprozeß selbst wird sie nicht erzeugt.

Die Fragen: ob ein Erz welches Schwefelmetall enthält, überhaupt zu rösten ist, und bis zu welchem Grade die Entschwefelung fortgesetzt werden muß? lassen sich im Allgemeinen gar nicht beantworten. Wenn es die Absicht ist, die Erze einer Roharbeit in Schachtöfen zu unterwerfen, so pflegt man sie nur alsdann zu rösten, wenn der Gehalt an Schwefelkies so groß und der Gehalt an oxydirten Metallen so geringe ist, daß die starke Schwefelentwickelung in den Schachtöfen lästig wird, und wenn man zu befürchten hat, daß der sich bildende Stein, wegen des großen Schwefelgehaltes der Beschickung, sehr viel Eisen aufnimmt, welches man lieber in die Schlacke bringen mögte. Wenn die Erze aber edle Metalle enthalten, so setzt man sich oft diesen Ungelegenheiten aus, um das Metall ganz vollständig in dem Stein zu concentriren. Erze die viel Bitumen enthalten, röstet man dieses Gehaltes wegen, weil die Dämpfe den Schacht zu sehr abkühlen und weil die heftige Dampfentwickelung eine Unregelmäßigkeit im Niedergehen der Gichten veranlassen würde. — Erze die auf dem Heerde des Flammenofens verschmolzen werden sollen, werden, wenn sie Schwefelkupfer enthalten, nothwendig vorher geröstet werden müssen, wenn ihnen viel Schwefelkies beigemengt ist; allein es wird dann immer vortheilhafter seyn, die Röstung nicht zu weit zu treiben und bei der folgenden Schmelzung lieber die Quantität des Steins zu vermehren, welcher reich an Schwefeleisen ist, als durch eine zu starke Röstung weniger und kupferreicheren Stein zu erhalten, sich aber auch zugleich der Gefahr des Verschlackens eines Theils des Kupfers aus-

zusetzen. — Bei den Bleierzen verbindet man zuweilen die Operationen des Röstens und des Schmelzens; oder man röstet sie vor dem Verschmelzen (gewöhnlich in Flammenöfen); oder man verschmelzt sie ungeröstet und scheidet den Schwefel durch ein anderes Metall ab.

Zur Entschwefelung des Schwefelkupfers ist eine ungleich längere Zeit erforderlich, als zu der des Schwefeleisens, wenn die Röstung nicht auf dem Flammenofenheerde, sondern in Haufen bewirkt wird. Je mehr daher der Kupfergehalt in dem Stein oder Lech durch die vorhergegangenen Arbeiten concentrirt worden ist, desto schwieriger wird die Entfernung des Schwefels durch die Röstarbeit. Die Ursache ist vielleicht darin zu suchen, daß das Eisenoxyd kräftiger als das Kupferoxyd auf das noch nicht zersetzte Schwefelmetall einwirkt.

Von den verschiedenen Röstmethoden.

Mit Ausnahme des Röstens in Flammenöfen, bediente man sich in älteren Zeiten schon derselben Verfahrungsarten beim Rösten der Erze und der Hüttenprodukte, welche man auch jetzt noch anwendet. Man schüttete nämlich das zu röstende Erz auf ein Bette von Holz und von Holzkohlen, und bildete daraus ganz freie Haufen, oder man umgab diese Haufen mit niedrigen Mauern, um die Haufen zusammen zu halten und das Brennmaterial besser zu benutzen. Zuweilen wendete man auch Oefen an, welche sich von den Backöfen durchaus nicht unterschieden. Diese Oefen sollten nur zur Ersparung des Brennmaterials dienen, welches man durch das Mundloch in den Ofen brachte und so lange durch neues Brennmaterial ersetzte, bis die Röstung erfolgt war. Man stellte die Haufen bald im Freien auf, bald versah man sie mit einer leichten Bedachung, bald brachte man sie in ganz geschlossene Räume, in so genannte Rosthäuser oder Rostschuppen.

Zum Brennen, oder zum Mürbemachen der Erze, welche in einer quarzigen Gebirgsart eingesprengt waren und sich ungebrannt schwer zerschlagen ließen, wendete man Schachtöfen an, die man mit den Erzstufen anfüllte, nachdem man vorher ein Bette von Holz und Kohlen auf den Heerd des Ofens gebracht hatte. Dann zündete man das Brennmaterial an und verschloß die Ofenbrust, bis auf eine Oeffnung, durch welche die Luft zur Unterhaltung des Feuers strömte, so daß die Flamme nur einen Ausgang auf der Gicht fand. Nachdem Holz und Kohlen verbrannt waren, leitete man Wasser in den glühendheißen Ofenschacht, riß dann die Vorwand auf und zog das gebrannte und abgelöschte Erz aus dem Ofen. Diese Arbeit nannte man ebenfalls ein Rösten, obgleich sie eigentlich nur als ein Mittel diente, um die Stufen zerschlagen zu können und um dabei zugleich die ganz tauben Wände auszuhalten.

Von denjenigen Oefen und Vorrichtungen, deren man sich bei dem eigentlichen Rösten zur Auffangung des Schwefels bediente, ist schon im ersten Abschnitt geredet worden.

Die jetzt noch üblichen Verfahrungsarten beim Rösten lassen sich füglich auf zwei Methoden zurück führen. Man röstet nämlich entweder in Haufen, d. h. auf einer Unterlage von Brennmaterial, welches man zuweilen auch wohl mit dem Erz oder mit dem Hüttenprodukt schichtet; oder man bedient sich der Oefen zum Rösten und wendet dann entweder Schachtöfen oder Flammenöfen an. Das Rösten in Haufen geschieht entweder in ganz freien Haufen, oder man legt den unteren Theil des Haufens in eine Vertiefung in der Erde; oder man umgiebt den Haufen mit einer Mauer und bildet dadurch Räume, welche den Haufen einschließen. Man kann auf diese Art bei dem Haufenrösten das Rösten in freien Haufen, in Gruben und in Stadeln (Roststätten, Rostfeldern) nämlich in den an den Seiten geschlossenen und oben offenen

Räumen unterscheiden, obgleich dieser Unterschied von sehr geringer Bedeutung ist.

A. Das Rösten in Haufen.

Des Röstens in Haufen bedient man sich nicht allein bei der eigentlichen Röstarbeit, sondern auch bei dem Erzbrennen. Die Menge des Brennmaterials, welche zu einem Haufen zu verwenden ist, richtet sich, außer nach der Größe des Haufens oder nach der Quantität des Erzes u. s. f., welches in einem Haufen abgeröstet werden soll, auch nach der Beschaffenheit des Erzes und nach der Veränderung, welche dasselbe durch das Rösten erleiden soll. Beim Erzbrennen wendet man, bei größeren Stücken und bei sehr nassem Erz, eine größere Menge von Brennmaterial an, als bei kleineren Stücken und bei einem größeren Trockenheitszustande des Erzes. So viel als möglich muß man dabei indeß die Verschlackung des Erzes zu vermeiden suchen, welches häufig bei dieser unvollkommnen Methode nicht zu vermeiden ist. Soll das Erz bei dem Brennen Kohlensäure verlieren, so wird dasselbe zuweilen mit Brennmaterial geschichtet und die verschiedenen Schichten werden durch senkrechte Kanäle, welche mit Brennmaterial ausgefüllt sind, mit einander in Verbindung gesetzt, damit sich das Feuer von unten nach oben verbreiten kann.

Bei dem eigentlichen Rösten der Schwefelmetalle erfordert die Bestimmung der Menge des Brennmaterials für einen Haufen von gewisser Größe schon eine sorgfältigere Ueberlegung. Erze die sehr reich an Schwefelkies sind, und welche wenig oder gar keine Bergart beigemengt haben, dürfen nur ein schwaches Feuer erhalten, weil der Schwefel selbst, sobald das Brennmaterial in Brand gerathen ist, so viel Hitze beim Verbrennen entwickelt, daß durch zu viel Brennmaterial leicht ein Schmelzen oder Zusammensintern der Massen veranlaßt werden würde. Weniger Schwefelkies haltende Erze, die nicht

durch sich selbst fortbrennen, oder wenigstens keine so starke Hitze entwickeln können, als die an Schwefel reicheren Erze, erfordern eine größere Menge von Brennmaterial, welches häufig mit dem Erz geschichtet werden muß. Dies ist bei sehr kupferreichen Steinen oder Lechen noch mehr nothwendig, obgleich man das Versintern oder Schmelzen, durch die Anwendung von zu vielem Brennmaterial, verhüten muß. Um aber die Röstung dann nicht zu unvollkommen statt finden zu lassen, muß das ausgebrannte Haufwerk, — der Rost, — zum zweiten, dritten, vierten u. s. f. mal geröstet werden, bis der Zweck endlich erreicht ist. Dieses Umlegen des Haufens (Rostes) zu einem zweiten, dritten u. s. f. Rost oder Feuer, nennt man in Deutschland das Wenden des Rostes, und man bedient sich der Ausdrücke: das Erz u. s. f. liegt im dritten, vierten u. s. f. Feuer, oder es hat zwei, drei u. s. f. Feuer erhalten.

Erze die vermöge ihres Gehaltes an Bitumen von selbst fortbrennen, erhalten oft nur so viel Brennmaterial, daß der Haufen durch dasselbe angezündet werden kann. — Daß die Grundlage für den Rost, oder für den Haufen, nämlich die Rostsohle, geebnet und nicht feucht seyn darf, bedarf nicht der Erwähnung.

Große Haufen, und überhaupt alle Erze die viel Bitumen und Schwefel enthalten, läßt man im Freien und ohne Bedachung stehen. Dies ist sogar nothwendig, wenn man den Schwefel auffangen will, damit sich die äußeren Flächen des Haufens oder des Rostens an der Atmosphäre abkühlen können. — Kleinere Haufen von Erzen oder Hüttenprodukten, die wenig Schwefel enthalten, muß man durch leichte Bedachungen gegen die zu starke Abkühlung an der Atmosphäre, und gegen die Einwirkungen des Regens schützen. Deshalb müssen auch die Roststadeln, wenn der Rost nicht viel Schwefel enthält, unter einer leichten Bedachung stehen. Die ganz

geschlossenen Rosthäuser und Schuppen sind, — wenn nicht etwa schwefelsaure Salze durch langsames Rösten absichtlich erzeugt werden sollen, — nicht sehr zu empfehlen, weil sie den Zutritt der frischen Luft zu sehr abhalten. Die vorzüglichsten Dienste leisten die ganz offenen Schuppen, welche aus einzelnen massiven Pfeilern bestehen, auf welchen ein leichtes Dach ruht, damit die Haufen gegen den Regen gesichert sind, ohne daß der Zutritt der Luft abgehalten wird.

1. Das Rösten in freien Haufen.

Eine ganz allgemeine Vorstellung von der Art, wie man die Rösthaufen zum Erzrösten errichtet, geben die Zeichnungen Fig. 530. im Grundriß des Rostes, und Fig. 529. im Durchschnitt. Die Sohle des Haufens liegt horizontal; man macht sie entweder aus Lehm der mit Abfällen von Kohlen beschüttet wird, oder aus Abfällen von früherem Erzrösten. Auf dieser Sohle bildet man die Kanäle a, a aus dem Brennmaterial, welches aus Holz, Torf, oder Steinkohlen bestehen kann. Werden Steinkohlen oder Torf angewendet, so muß man die Stücken so gegen einander stellen, daß sie einen Kanal bilden. Die beiden Hauptkanäle vereinigen sich unter einem senkrechten Schacht g, welcher, in dem Verhältniß wie der Haufen in die Höhe gebaut wird, ausgespart werden muß und mit Brennmaterial ausgefüllt wird, welches zum Anzünden des Rostes dient. Die Kanäle a sowohl, als die ganze Sohle des Haufens, werden mit Brennmaterial bedeckt, welches in der Zeichnung zwar aus Holz besteht, wozu aber auch jedes andere Brennmaterial angewendet werden kann. Die gröberen Erzstufen o nehmen den unteren und mittleren Theil des Rostes ein, dann folgen die weniger groben d, und zuletzt die kleinsten Erze e. Zur Bedeckung der Seitenwände des Haufens wendet man das feinste Erz f an, welches am Fuße des Haufens stärker als nach oben angetragen wird. Ist das Erz

so reich an Schwefel, daß man einen Theil desselben auffangen zu können glaubt, so bedient man sich zu der Schicht f des feinen Roststaubes von früheren Röstungen, um eine dichte Decke zu erhalten, welche der Schwefel nicht durchdringen kann. Eine so dichte Decke darf die Oberfläche des Haufens aber niemals erhalten, weil das Feuer sonst ersticken würde. Solche Haufen müssen auf freien Plätzen errichtet seyn, damit sie von allen Seiten frische Luft erhalten.

Von dieser ganz allgemeinen Einrichtung der Haufen kann man auf mannigfaltige Weise abweichen. Die Größe des Haufens und die Dossirung desselben lassen sich vielfach abändern. In der Zeichnung ist als Grundfläche ein Quadrat von 30 Fuß, und eine regelmäßig abgestumpfte Pyramide als die äußere Gestalt des Haufens angenommen, so daß die obere Fläche ein Quadrat von 10 Fuß, bei einer senkrechten Höhe des Haufens von 7 Fuß bildet. Diese Dimensionen sind ziemlich willkührlich. Die Gestalt einer abgestumpften Pyramide scheint die bequemste zu seyn, allein man läßt die Grundfläche, folglich auch jeden horizontalen Durchschnitt und die obere Fläche der abgestumpften Pyramide, häufig nicht aus einem Quadrat, sondern aus einem Rechteck bestehen, führt den unteren Kanal a parallel mit den langen Seiten des Rechtecks, bringt mehrere Querkanäle a parallel mit den kurzen Seiten des Rechtecks, und eben so viele Schächte oder Zündöffnungen g an, als Querkanäle vorhanden sind u. s. f. Eben so hängt die Menge des Brennmaterials, so wie der Umstand, ob man das Erz noch ein oder mehrere male mit Brennmatecial schichten muß, ganz allein von der Beschaffenheit des Erzes ab. Die Hitze darf nicht bis zum Schmelzen gesteigert werden, aber es darf auch nicht so wenig Brennmaterial vorhanden seyn, daß der Haufen erlöscht. Bei dem Rösten der Hüttenprodukte reicht man mit der unteren Schicht von Brennmaterial allein, häufig

nicht aus, sondern muß noch mehrere Schichten anwenden. Dies ist jedoch fast immer nur alsdann der Fall, wenn schon einige Röstungen vorhergegangen sind, also wenn man das dritte, vierte u. s. f. Röstfeuer giebt, indem der Schwefelgehalt sich durch die früheren Röste schon so vermindert hat, daß man unbedenklich eine stärkere Hitze anwenden kann, ohne das Schmelzen der Masse befürchten zu dürfen. Die Gründe zu diesem Verfahren sind schon oben entwickelt worden. — Sehr häufig wendet man aber auch gar keinen Zündkanal g an, sondern setzt den Haufen an einer Seite in Feuer, wobei man gewöhnlich diejenige Seite zum Anzünden wählt, welche dem Winde entgegen gekehrt ist, wenn der Haufen im Freien steht.

Als Beispiel von der Behandlung eines Haufens, wenn derselbe zugleich zum Auffangen des Schwefels dienen soll, möge hier das Verfahren mitgetheilt werden, dessen man sich auf den Hütten des Rammelsberges bei Goslar bedient. Wenn das Holz in der Zündröhre g verbrannt ist, so entstehen an der Oberfläche des Haufens Risse, welche an den Seiten mit dem feinen Röststaub f und oben mit dem kleinen Erz e wieder verschlossen und mit Schaufeln fest angeschlagen werden. Dies muß so oft wiederholt werden, als Risse zum Vorschein kommen. In den ersten 14 Tagen pflegt, bei der dortigen Größe der Haufen, welche die in der Zeichnung angenommene ist, nur eine Entwickelung von schwefligtsaurem Gas statt zu finden, weil die Hitze noch nicht so stark geworden ist, daß eine Entbindung von Schwefel aus dem Schwefelkies statt finden könnte. Zeigen sich aber nach Verlauf dieser Zeit auf der Oberfläche einige Schwefelblumen, so giebt man dem Haufen oben eine stärkere Decke von schon geröstetem kleinen Erz von früheren Röstungen, welches zwar fest angeschlagen werden muß, aber doch nicht so dicht liegen darf, wie der Röststaub f, welcher die Seiteneinfassung des Haufens

bildet. Diese fest angeschlagene und horizontale Oberfläche des Haufens wird alsdann in 25 Quadrate abgetheilt und in jedes derselben, vermittelst eines bleiernen Stampfers, eine halbkugelförmige Vertiefung gestoßen, etwa in der Art wie es die Zeichnung Taf. I. Fig. 11. zeigt. Diese Vertiefungen, welche man mit zerpulverten Rückständen von der Eisenvitriolbereituug ausstreicht, dienen zum Aufsammeln des Schwefels, welcher täglich zwei mal, nämlich Morgens und Abends ausgekellt wird. Erhält der Haufen eine zu starke Hitze, so sammelt sich kein Schwefel an, sondern derselbe verbrennt, wenigstens zum größten Theil, in jenen Gruben. Dies geschieht bei einerlei Erzen, bei einerlei Größe und Construktion der Haufen, und bei einerlei Quantität des angewendeten Brennmaterials, sogar alsdann, wenn sich der Haufen an der Atmosphäre nicht hinreichend abkühlen kann, wenn derselbe nämlich unter einem Röstschuppen steht. — Nimmt die Quantität des Schwefels, die sich füglich in den Oeffnungen ansammelt, mit der Zeit ab; so verstärkt man den Luftzutritt dadurch, daß man die Stärke der Decke an der Sohle des Haufens vermindert. Wenn aber auch alsdann, nachdem dieses Mittel einige male angewendet worden ist, nur noch eine schwache Ansammlung von Schwefel statt findet; so sieht man die erste Röstung als vollendet an, trägt den Haufen ab, löscht das Feuer, welches sich im Inneren des Haufens noch lange erhält, und bringt das Erz, nachdem die gröberen Stücken zerschlagen worden sind, in ein zweites Feuer. Wollte man den Haufen so lange stehen lassen, bis das Feuer gänzlich erloschen ist, so würde man größerer Röstplätze und größerer Erzbestände bedürfen. Zu diesem ersten Feuer ist eine Zeit von 24 — 30 Wochen erforderlich. Die Menge des Schwefels, welcher aus dem Erz gewonnen wird, beträgt, nach Beschaffenheit der Erze, 1 bis 2 Procent. — Man giebt den Erzen in Goslar drei Röstfeuer. Bei dem zweiten Feuer sowohl als

bei dem dritten, kann kein Schwefel mehr gewonnen werden; auch röstet man die Erze beim 2ten und 3ten Feuer unter einem Röstschuppen und stellt die Haufen nicht mehr im Freien auf. Zu den Haufen des zweiten Feuers kommen, so wie der Raum es gestattet, die Erze von 2 bis 3 Haufen des ersten Feuers. Die Sohle dieser Haufen für das zweite Feuer bildet geröstetes zerkleinertes Erz (Röstabfall). Auf dieser Sohle wird zuerst das Röstholz ausgebreitet und dann mit Erz bestürzt, wobei die größeren Stücken wieder unten und in der Mitte, und die kleineren oben und an den Seiten zu liegen kommen. Der Haufen ist nach Verlauf von 6—10 Wochen ausgebrannt und das Erz wird alsdann, nachdem die größeren Stücken wieder zerkleinert worden sind, in das dritte Feuer gebracht, wobei man auf gleiche Weise wie beim zweiten Feuer verfährt. — An anderen Orten röstet man die Erze nicht so stark, indem man ihnen nur ein Feuer giebt; auf anderen Hütten findet gar keine Erzröstung statt, welches ganz von der Beschaffenheit der Erze, oder von der einmal angenommenen Meinung über die Zweckmäßigkeit oder Unzweckmäßigkeit eines stärkeren oder schwächeren Röstens abhängt. Nachtheiliger wird es aber immer bleiben, die Erze zu stark als zu schwach zu rösten, besonders wenn man die Röstarbeit so führt, daß beim Rohschmelzen, außer dem Stein, auch schon regulinisches Kupfer gewonnen wird.

2. Das Rösten in Gruben.

Das Rösten in Gruben ist von dem Rösten in Stadeln eigentlich durchaus nicht verschieden, denn in beiden Fällen sind die Rösthaufen an den Seiten geschlossen, indem die Umgebung der Seitenflächen des Haufens bei dem Rösten in Gruben aus natürlichen, und bei dem Rösten in Stadeln aus künstlichen Wänden besteht. Die Grubenröstung ist wenig gebräuchlich, auch muß die natürliche Beschaffenheit des Terrains

dazu Gelegenheit geben. Man legt solche Gruben in den Abhängen von Hügeln an, so daß die Seitenflächen des Haufens überall von dem natürlichen Terrain begränzt werden, und daß nur die eine vordere Seite offen bleibt, durch welche das Brennmaterial und das Erz eingetragen und das geröstete Erz wieder herausgenommen wird. Die Sohle der Grube wird mit einem Holzbette bedeckt, auf welches man zuerst Kohlen schüttet und dann das Erz aufträgt. Der Erzhaufen ragt gewöhnlich noch über der Grube hervor und verflächt sich auf der vorderen Seite, wo er angezündet wird. Obgleich man die Heftigkeit des Feuers dadurch vermindert, daß man den oberen Theil des Haufens aus mehr zerkleinertem Erz bestehen läßt, so wirkt das Feuer doch so stark, daß das Zusammenschmelzen der Schwefelmetalle, wenn dieselben reich an Schwefel sind, gar nicht verhindert werden kann. — Diese höchst unvollkommne Art des Erzröstens in Gruben hat man durch einige zweckmäßige Abänderungen zu Fahlun zu verbessern gesucht. Hr. Hausmann giebt von der Grubenröstung, sowohl von der gewöhnlichen, als von der verbesserten, sehr genaue Nachricht (Reise d. Skandinavien V. 129. 174). Zur Anlage der Röstgruben wählt man trockne, etwas erhöhete Stellen, am liebsten alte Schlackenhalden, wo Wasser und Feuchtigkeit durch den lockeren Grund leicht abziehen. Die Grube selbst wird entweder nur durch Aushöhlung, oder sie wird durch Mauerung gebildet. Man giebt ihr eine längliche, hinten zugerundete Gestalt und eine concave Sohle, welche man entweder mit kleinen Schlacken oder mit Steingrand ausstampft. — Die verbesserte Einrichtung solcher Gruben, bei welcher zugleich auf die Gewinnung des Schwefels Rücksicht genommen ist, zeigen die Zeichnungen Fig. 526 bis 528. Diese Röstgruben haben fast die Gestalt einer halben Ellipse a b, und sind an den Seiten durch eine aus rauhen Steinen aufgeführte Mauer eingeschlossen, vorne aber wie gewöhnlich

offen. Ihre Länge auf der Sohle beträgt 8 Ellen. An der vorderen Oeffnung stehen die Mauern 2 Ellen aus einander; nach hinten treten sie näher zusammen und vereinigen sich in einer elliptischen Krümmung. Vorne, bis auf etwa $\frac{1}{3}$ der Länge, ist die Sohle horizontal; dann steigt sie aber an, so daß ihr höchster Punkt etwa 4—5 Ellen über der Horizontalebene des vorderen Theils der Sohle liegt. Da wo die Sohle endigt, fängt ein Kanal df an, welcher einige hundert Fuß lang und im Querdurchschnitt 9 Zoll im Quadrat weit ist. Dieser Kanal ist horizontal auf der oberen Fläche der Anhöhe fortgeleitet und endigt in einem hölzernen Gebäude g. Eine Elle von seiner Ausmündung aus der Röstgrube, ist er zu einem viereckigen Behälter e erweitert, der etwa 3 Ellen lang, 1 Elle weit und eben so tief ist. Dieser Raum, so wie etwa die Hälfte des ganzen Kanals ist aus rauhen Steinen gemauert und mit Steinplatten bedeckt, deren Fugen mit Lehm verschmiert werden. Der übrige Theil des Kanals ist mit Bohlen ausgesetzt und belegt. Der kleine hölzerne Kondensator g, in welchen der Kanal mündet, ist mit hölzernen, horizontalen, in gleichen Abständen über einander befindlichen Scheidewänden versehen, die so eingerichtet sind, daß sie an zwei einander gegenüber liegenden Wände des Kondensators abwechselnd nicht völlig schließen, wie die Durchschnitte in der Zeichnung Fig. 528. zeigen. Soll die Röstung vor sich gehen, so belegt man den vorderen horizontalen Theil der Sohle der Röstgrube $\frac{1}{2}$ Elle hoch mit Holz, wogegen man den ansteigenden Theil derselben nur mit einer Lage Holz (kk) bedeckt. Auf die Holzschicht stürzt man die zu faustgroßen Stücken zerschlagenen Erze (l) auf solche Weise, daß die Oberfläche des Haufwerks sich von der Deckplatte des Kanals bis zum vorderen Ende der Holzschicht in Gestalt einer Kurve senkt. Auf der oberen Fläche des Haufwerks bildet man, in dem zu röstenden Erz selbst, vom Kanale bis etwa auf die

Hälfte der Röstgrube hinab, eine etwa 1 Fuß tiefe und breite Rinne m, die man mit flachen Steinen bedeckt. Alsdann zündet man den Haufen vorne an. Ist das Erz völlig in Brand, so bedeckt man die ganze Oberfläche des Haufwerks mit Grubenklein und Erde (n n). Die Schwefeldämpfe werden zum größten Theil in dem Kanal verdichtet und in dem Behälter e sammelt sich Tropfschwefel. Der Schwefel, welcher sich in dem Kanal nicht absetzt, wird in dem Kondensator g aufgefangen. Die Rinne m dient zur Regulirung des Zuges. Man öffnet sie an der einen oder an der anderen Stelle, wenn der Luftzug zu geringe ist, oder bedeckt diesen oder jenen Theil mit Erde, wenn das Gegentheil bemerkt wird. Der Röstungsprozeß dauert etwa ein Monat.

3. Das Rösten in Stadeln.

Man giebt den Röststadeln oder Röststätten eine sehr verschiedene Gestalt. Es scheint auch, daß auf diese Gestalt sehr wenig ankomme, und daß die Stadeln überhaupt keinen anderen Vorzug vor den freien Haufen haben, als daß sie das Haufwerk mehr zusammen halten und daher eine größere Ordnung und Reinlichkeit gestatten. Der Prozeß des Röstens selbst, kann in freien Haufen eben so zweckmäßig als in Stadeln vorgenommen werden. In einigen wenigen Fällen dienen indeß die den Haufen umgebenden Mauern wirklich zur Regulirung des Luftzuges. Gewöhnlich legt man eine Menge von Stadeln neben einander dergestalt an, daß sie alle an einer gemeinschaftlichen Rückmauer liegen, und daß je zwei Stadeln immer eine gemeinschaftliche Seitenmauer erhalten. Es ist einleuchtend, daß man die Rückmauer auch zugleich für eine zweite Reihe von Stadeln benutzen kann. So bedeutet z. B. in der Zeichnung Fig. 531. a die Rückmauer, welche den sämmtlichen Stadeln angehört, b sind die Seitenmauern, wodurch eine Stadel von der anderen getrennt wird, und c

sind die durch a und b gebildeten Räume, oder die Stadeln selbst. Gewöhnlich läßt man die Sohle der Stadeln von vorne nach hinten, oder nach der Rückwand etwas ansteigen, damit sich das Feuer, welches vorne angezündet wird, leichter nach hinten verbreitet. Auch versieht man häufig eine jede Stadel in der Rückwand mit einer Zugöffnung, die in der Rückmauer in die Höhe geführt ist und sich mit einer knieförmigen Biegung auf der Sohle der Stadel ausmündet. Dieser Luftkanal dient als eine Esse zur Regulirung des Luftzuges, den man schwächen oder befördern kann, je nachdem man die Ausmündung des Kanals auf der Rückmauer mehr oder weniger vermittelst eines flachen Steins u. s. f. verschließt. Eine ziemlich allgemein eingeführte Einrichtung einer solchen Stadel, zeigt die Zeichnung Fig. 533., welche eine Stadel in der vorderen Ansicht, und Fig. 532., welche dieselbe im Durchschnitt darstellt. Die ansteigende Sohle der Stadel wird gewöhnlich aus Lehm geschlagen. Das Zugloch in der Rückwand hat bei der auf der Zeichnung dargestellten Stadel, eine doppelte Biegung, indem es sich an der Seite der Stadel wieder ausmündet. Man kann es aber auch gerade in die Höhe führen und auf der oberen Fläche der Rückwand ausmünden lassen. Bei vielen Stadeln fehlen diese Zuglöcher gänzlich. — Wenn das Terrain feucht ist, so versieht man die Stadeln mit Abzüchten, welche unter der Sohle derselben angebracht werden. Manche halten die scharfen Ecken, welche die Seitenwände mit der Rückwand bilden für nachtheilig, weil sich das Erz in den Ecken nicht gehörig abröstet; sie runden die Ecken daher ab, oder wenden auch wohl ganz runde, elliptische u. s. f. Stadeln an. Die Hauptsache bleibt indeß immer, daß das Erz nicht zu stark erhitzt wird.

Die Röstarbeit in Stadeln unterscheidet sich von der in freien Haufen gar nicht. Man bedeckt die Lehmsohle zuerst mit zerkleinerten Holzkohlen oder Koaks (Lösche), damit die

Sohle beim Ausziehen des gerösteten Erzes nicht beschädigt wird. Dann breitet man das Brennmaterial aus und trägt das Erz ein, und zwar die gröberen Stücken unten und die kleineren oben. Um das Herunterfallen des Erzes aus der vorderen offenen Seite der Stadel zu verhüten, führt man eine verlorne Mauer (gewöhnlich von großen Schlackenstücken) in demselben Verhältniß wie die Stadel mit dem zu röstenden Erz angefüllt wird, mit in die Höhe. Die Oeffnungen und Zwischenräume in dieser verlornen Mauer reichen vollkommen hin um den erforderlichen Luftzug für die Unterhaltung des Feuers zu gewähren. Je mehr Schwefel das zu röstende Haufwerk enthält, desto weniger Brennmaterial muß zum ersten Anzünden genommen und desto schwächer muß der Zug eingerichtet werden, weshalb auch der Luftkanal ganz geschlossen und die Oberfläche des Rostes mit kleineren Stücken des Haufwerks recht dick belegt werden muß. Bei dem jedesmaligen Umlegen des Rostes sind die zusammengesinterten oder gar die geschmolzenen Stücken zu zerschlagen, um frische Bruchflächen zu erhalten, auf welche die Luft einwirken kann. In welchem Verhältniß die Quantität des Brennmaterials für den jedesmaligen neuen Rost vermehrt, und beim 3ten, 4ten Rost u. s. f. wohl gar eine Schichtung des Brennmaterials mit dem Erz oder Hüttenprodukt vorzunehmen ist, muß für jeden Fall durch die Beschaffenheit des gerösteten Haufwerkes bestimmt werden. Je weniger stark der Haufen angegriffen wird, desto öfter ist zwar ein Umlegen des Rostes erforderlich, allein desto besser wird dem Schmelzprozeß vorgearbeitet werden.

Die Höhe bis zu welcher man die Mauern aufführt, durch welche die Röststadel gebildet wird, ist sehr verschieden und scheint auch ziemlich gleichgültig zu seyn, weil die Mauern keinen anderen Zweck zu erfüllen haben, als einzelne Quantitäten des zu röstenden Haufwerks von anderen zu separiren,

welches aber bei dem Rösten in freien Haufen ebenfalls geschehen kann, wenn es nicht an Raum fehlt, um die Haufen in einer gewissen Ordnung aufzustellen. In einigen Gegenden röstet man auch die Eisenerze in solchen ganz ausgemauerten Roststätten. So befinden sich z. B. zu Vordernberg in Steyermark in jedem Hüttengebäude zwei massive Röststätten neben einander, welche durch eine Scheidewand von einander getrennt sind. Von der Hütte sind sie durch einen gemauerten Bogen abgeschieden, welcher zur Zeit des Röstens mit Eisenplatten und Steinen versetzt ist. Jede Röstgrube, deren Höhe 15 Fuß beträgt, faßt 3500 Ctr. Erz. Während die eine im Brande ist, wird die andere ausgeleert. Die ebenfalls gemauerte Sohle wird zuerst, 3 Fuß hoch, mit Holzschichten belegt und in den vier Ecken ein mit Holzschichten ausgefüllter Kanal in die Höhe geführt. Auf die Holzschicht kommt eine etwa 4 Fuß hohe Schicht von Erz (Spatheisenstein), dann eine Kohlenschicht, alsdann eine Erzschicht u. s. f. bis die Grube voll ist, und nun von unten, und zwar von der Seite, wo die verlorne Mauer unter dem gewölbten Bogen aufgeführt worden ist, angezündet wird. Das Eintragen der zu röstenden Erze geschieht zuerst durch die noch offene Seite unter dem Bogengewölbe, später aber von oben. Die gerösteten Erze werden aus einer in dem Bogen gemachten Oeffnung gezogen und die größeren Stücken zerschlagen. — Dies Verfahren kommt fast mit dem in Schweden noch hier und dort üblichen Rösten des Eisenerzes in Gruben überein, nur daß diese Gruben 4—5 Fuß tief in der Erde liegen.

Auf der Insel Anglesea wendet man beim Rösten der an Schwefelkies sehr reichen Kupfererze, um dabei zugleich einen Theil Schwefel zu gewinnen, ein Verfahren an, welches sowohl mit der in Schweden als mit der zu Goslar üblichen Methode, einige Aehnlichkeit hat. Von der Röstmethode zu Goslar unterscheidet sich jenes Verfahren nur dadurch, daß

die Seitenwände des Erzhaufens von Mauern begränzt werden, und daß die Oberfläche des Haufens aus dachförmig gegen einander geneigten Flächen besteht, welche eine für den Schwefel undurchdringliche Decke von flachen Steinen (Schiefern) erhalten, so daß die sich entwickelnden Schwefeldämpfe nur längs der Firste des dachförmigen Erzhaufens entweichen können, wo sie sich in einer verschlossenen Rinne sammeln, und aus dieser durch eine, oder durch mehrere bedeckte Rinnen, entweder in Gruben, oder in einen, neben dem Erzhaufen fortgeführten Verdichtungskanal geleitet werden. Die Zeichnungen Fig. 536., 534 und 535., zeigen diese Stadeln, oder mit Mauern eingeschlossenen Erzhaufen in der oberen, in der Längen- und in der Seitenansicht. Die Größe der Stadeln oder Haufen ist sehr verschieden, auch ist es einleuchtend, daß sowohl die Größe als die Gestalt der Röſthaufen durchaus nichts Wesentliches ist. Hr. Lentin (Briefe über d. Insel Anglesea) hat von dieser Röstmethode die beste Nachricht gegeben. Man führt ein 70 Fuß langes und 20 Fuß breites Viereck, 8 Fuß hoch, aus rauhen Steinen und aus Lehm auf. Die nach innen gekehrte Seite dieser Mauern ist senkrecht; nach außen erhalten sie aber, der größeren Haltbarkeit wegen, eine starke Böschung, welche auf die ganze Höhe 4 Fuß beträgt. An jeder von der beiden langen Seiten befinden sich vier, einander gerade gegenüberstehende Zuglöcher a; an den beiden kurzen Seiten ist nur eine solche Oeffnung a, in der Mitte der Mauer erforderlich. Beim Eintragen der Erze sorgt man zuerst für die Bildung der Kanäle, die mit den Zuglöchern korrespondiren. Man bildet diese Kanäle aus Mauerziegeln, die man auf die hohe Kante stellt und zwischen jedem Stein einen offenen Raum von 4 bis 5 Zoll ausspart. Die Sohle der Roststätte wird auf diese Weise in zehn Vierecke abgetheilt. Die Kanäle werden entweder mit Steinkohlen, oder auch mit Torf ausgefüllt und dann mit eisernen

Platten bedeckt. Alle Räume zwischen und über den Kanälen sind nun zur Aufnahme des Erzes bestimmt. Beim ersten Eintragen der Erze ist mit Vorsicht zu verfahren, damit die Kanäle in einem unbeschädigten Zustande erhalten werden. Ueber den Umfassungsmauern ragt das Erz noch 4 Fuß hoch, in Gestalt einer Pyramide hervor. Die kleineren Erze nehmen auch hier den oberen Theil des Haufens ein, und ganz oben giebt man eine Decke von ganz zerkleinertem Erz. Die Firste des Daches bildet eine 2 Fuß breite Ebene, auf welcher man einen Kanal von Backsteinen aufführt, der in Lichten 12 Zoll weit und hoch ist. Aus diesem Kanal c, laufen in gleichen Entfernungen von den Seitenwänden zwei andere Kanäle d, d, an einer von den langen Seiten des Haufens bis auf die Seitenmauer hinunter, von wo sie dann in ein neben dem Röstthaufen stehendes Gebäude e, oder in den Kondensator geführt werden. Dieser ist 60 Fuß lang, im Lichten 6 – 8 Fuß weit und von dem Gewölbe bis auf die gepflasterte Sohle 6 Fuß hoch. An jedem Ende ist er mit einer hölzernen Thüre verschlossen und oben im Gewölbe mit 3 oder 4 Zuglöchern versehen, durch welche die Dämpfe entweichen, welche sich nicht verdichten lassen. Damit die Schwefeldämpfe genöthigt sind, sich in den Kanal c zu begeben und aus diesem durch die Kanäle d in den Kondensator e zu gelangen; wird das über den Umfassungswänden des Haufens hervorragende Erz mit Schiefersteinen b bedeckt, welche sich genau an dem Kanal c anschließen, und deren Fugen sorgfältig mit Lehm verstrichen werden. Das Anzünden der Röstthaufen geschieht entweder an einem Ende, oder auch an einer der langen Seiten, durch die Zuglöcher, wo der Wind das Anbrennen des Brennmaterials am mehrsten begünstigt. Die Seitenkanäle d bleiben so lange offen, bis sich der Schwefel entwickelt, welches gewöhnlich nach 12 — 14 Tagen der Fall ist. Der Rosthaufen bedarf nun weiter keiner Wartung, in-

dem der Zug am Kondensator regulirt wird, welches durch das Oeffnen und Schließen der Oeffnungen im Gewölbe geschieht. Während der Röstung muß der Kondensator mehreremale geräumt werden, und zwar anfänglich alle 14 Tage, später nur alle 4 Wochen. Zu diesem Ende werden die beiden Kanäle d geöffnet und die Verbindung derselben mit dem Kanal c durch Vorsetzen eines Schiefersteins aufgehoben, wobei man nur eine so geringe Oeffnung frei läßt, daß der Zug nicht gänzlich aufhört. Man nimmt dann die beiden Thüren des Kondensators weg, und bringt, nachdem sich die schwefligtsauren Dämpfe verzogen haben, den Schwefel, — welcher sich in Gestalt von Blumen ansammelt, — so schnell als möglich heraus, damit die Röstung nicht zu lange unterbrochen wird. — Man kann einen solchen Kondensator zwischen zwei Rösthaufen anbringen und ihn auf solche Art doppelt benutzen.

Zu Védrin wendet man ein eigenthümliches Verfahren an, um die Erze, welche dort aus einem sehr innigen Gemenge von Bleiglanz mit vielem Schwefelkies bestehen, zu rösten. Die Absicht des Röstens besteht darin, daß der Schwefelkies zerstöhrt, der Bleiglanz aber so viel als möglich unverändert bleiben soll, damit das Erz nach der Röstung aufbereitet und der Bleiglanz von seiner Beimengung getrennt werden kann, welches im ungerösteten Zustande nicht, oder wenigstens nicht ohne großen Verlust an Bleiglanz, und doch immer nur unvollkommen bewerkstelligt werden kann. Hr. Bouesnel hat diese Röstmethode (Ann. des mines. XIII. 41) beschrieben. Die Absicht des Röstens läßt sich nur dann erreichen, wenn eine so gelinde Rösthitze gegeben wird, daß ein basisches schwefelsaures Eisenoxydsalz entsteht, der Bleiglanz aber nur zu einem sehr geringen Theil in Bleivitriol umgeändert wird. Bei der Aufbereitung ist der große Unterschied im specifischen Gewicht zwischen dem Bleivitriol und dem oxydirten Eisen noch immer behülflich, selbst denjenigen Bleige-

halt der Erze zu gewinnen, welcher sich bei der Röstung unvermeidlich in Bleivitriol umändert, obgleich, wie Hr. B. versichert, der Bleiglanz fast ganz unzersetzt bleibt. Die Röststadeln zeigen die Zeichnungen Fig. 537, 538, 539 und 540. in der oberen und vorderen Ansicht und im Durchschnitt nach AB und CD. Den Röstraum schließen vier senkrechte Wände ein, welche sowohl der Länge als der Höhe nach mit horizontalen Oeffnungen versehen sind, um die sich entwickelnden Dämpfe in einen Kanal zu leiten, welcher die Wände der Röststadel rings umgiebt. Dieser Kanal, oder diese Galerie ist oben bedeckt, aber es sind in der Decke Oeffnungen zum Reguliren des Luftzuges angebracht. Auf der Sohle der Röststadel sind Zuglöcher ausgespaart, welche nicht bloß durch die Umfassungswände der Stadel, sondern auch durch die äußere Mauer der Galerie hindurch gehen. Diese Zuglöcher sind mit flachen Ziegeln, oder mit flachen Steinen zugedeckt und nur in dem eigentlichen Röstraum werden die Ziegel so weit auseinander gerückt, daß Oeffnungen zum Eintreten der Luft gebildet werden. Sind die Zuglöcher auf solche Art vorgerichtet, so legt man zuerst eine Schicht Holz, darauf eine Schicht von kleinen Kohlen und führt auf allen den Punkten, wo die Zuglöcher sich schneiden, kleine Schächte in die Höhe, welche man mit trocknem Holz ausfüllt, um den Haufen anzuzünden. Diese Schächte oder diese senkrechten Kanäle werden in demselben Verhältniß mit in die Höhe geführt, in welchem das Erz eingetragen wird. Hat man größere Stücken Erz zu rösten, so wird die Röststadel ganz damit angefüllt, mit Ausnahme der oberen Schicht, zu welcher man Stücken von mittlerer Größe anwendet, und dann eine Decke giebt, welche aus den Röst- und Waschabgängen besteht. Werden Erze von mittlerer Größe geröstet, so müssen sie mit kleinen Kohlen geschichtet werden, wobei aber die senkrechten Kanäle ebenfalls die Verbindung mit der unteren Schicht des Brennmaterials un-

terhalten müssen. Eine Decke von feinen Röst- und Waschabgängen ist in allen Fällen nothwendig. Hat man Schliche zu rösten, so verfährt man wie bei den Erzen von mittlerer Größe, mengt sie aber vorher mit dem vierten Theil Kohlenstaub, dem Volumen nach. Hat das Feuer die untere Schicht des Brennmaterials ergriffen, so füllt man die durch das Wegbrennen des Holzes entstandenen leeren Räume in den senkrechten Kanälen mit Erz aus, schlägt die Decke, welche wohl Risse zu bekommen pflegt, wieder fest zusammen und verschließt die Zuglöcher in dem Gewölbe oder in der Decke der Galerie. Durch diese Zuglöcher wird der Gang der Röstung regulirt, wobei man vorzüglich darauf zu sehen hat, daß die entstandenen Risse in der Decke über dem Erz immer wieder verstopft werden, damit auf der Oberfläche des Erzhaufens kein Zug entsteht. Die Stadeln müssen unter einer leichten Bedachung stehen, damit sie vom Regen nicht leiden. Ein Rost aus großen Erzen besteht aus 600, der aus mittleren Erzen aus 400, und der aus Schlichen aus 260 metrischen Centnern. Zum Abrösten der ersteren werden etwa 2 Monat, zum Abrösten der mittleren Erze 2½ Monat, und zum Abrösten der Schliche 4 Monat an Zeit erfordert. Wenn sich beim Ausziehen des Erzes Stücken finden die nicht völlig abgeröstet sind, so werden sie beim nächsten Rost wieder mit angewendet und zwar bilden sie dann die oberste Schicht unter der Decke. Das geröstete Erz hat eine dunkelrothe Farbe. Der Schwefelkies hat sich in basisches schwefelsaures Eisenoxyd verwandelt, dem etwas schwefelsaures Eisenoxydul beigemengt ist; der Bleiglanz ist wenig verändert und nur auf der Oberfläche zeigt sich eine Rinde von Bleivitriol. Der am vollständigsten zersetzte und ganz pulverartig gewordene Kies, enthält immer den reichsten und größten Kern von Bleiglanz, besonders zunächst an der Sohle der Röststadel. — Beim Rösten der feineren Erze und der Schliche zeigt

sich niemals Schwefel, und selbst beim Rösten der groben Erzstücken setzen sich nur wenige Tropfen Schwefel an der Umfassungsmauer der Stadel in der Galerie ab. Schwefelblumen pflegen nur dann zum Vorschein zu kommen, wenn die Decke entweder nicht dicht genug gehalten und wenn die entstehenden Risse nicht gehörig ausgefüllt und zusammengeschlagen, oder wenn die Zugöffnungen in der Galerie nicht verschlossen gehalten werden. Das geröstete Erz ist nun zur Aufbereitung vorbereitet.

Bei einer Vergleichung der verschiedenen Methoden des Röstens in Haufen, ergiebt sich bald die völlige Uebereinstimmung des Röstens in freien Haufen, in Gruben und in Stadeln, so wie auch, daß alle diese Röstmethoden sehr unvollkommen sind, weil sie keine Regulirung des Luftzuges gestatten. Davon machen fast nur die Verfahrungsarten beim Rösten zu Védrin und auf der Insel Anglesea eine Ausnahme. Es ist nicht zu bezweifeln, daß alle Röstarbeiten in Haufen durch zu starke Hitze zu sehr übereilt werden, wovon der Grund darin liegt, daß Zeit gewonnen und Brennmaterialien erspart werden sollen. Einrichtungen zu einer vollständigen Regulirung des Luftzutrittes und der für jeden Fall erforderlichen Temperatur, lassen sich bei dem Rösten in Haufen nur dann treffen, wenn das Erz so brennbar ist, daß das Brennmaterial nur zum ersten Anzünden des Haufens dient, nicht aber in solchen Fällen, wo die aus dem Brennmaterial sich entwickelnde Hitze den Fortgang des Prozesses bedingt. Dies sind aber gerade diejenigen Fälle, in welchen eine große Ungleichartigkeit der Temperatur in den Haufen die größten Nachtheile für die Beschaffenheit des gerösteten Haufwerkes herbeiführt. Diese Nachtheile werden sich aber, bei der Röstung in Haufen, niemals auf eine andere Weise als durch eine häufige Wiederholung der Operation, bei einer mit Vorsicht gesteigerten Temperatur, vermeiden lassen.

B. Das Rösten in Oefen.

Eine eigentliche Röstarbeit in Oefen, ohne Anwendung von äußerer, aus dem Verbrennen des Brennmaterials sich entwickelnder Hitze, würde nur bei Erzen statt finden können, welche, nachdem sie zuerst in den glühenden Zustand versetzt worden sind, die Bedingungen des Fortbrennens bei Luftzutritt, selbst in sich enthalten. Dergleichen Erze sind diejenigen, welche entweder viel Bitumen, oder viel Schwefel enthalten. Für die bituminösen Erze bedarf es indeß der kostbaren Anwendung von Oefen nicht, weil sich, bei einiger Aufmerksamkeit, der Zutritt der Luft zu den Haufen noch besser als zu den Oefen reguliren läßt. Bei den an Schwefel sehr reichen Erzen tritt für die Ofenröstung, ohne Anwendung äußerer Wärme, durch welche der Grad der Temperatur bestimmt wird, das große Hinderniß ein, daß bei dem geringsten Versehen in der Luftzuführung, die Temperatur so sehr erhöhet wird, daß die Erze zusammensintern und den Prozeß unterbrechen. Solche Erze können daher in Schachtöfen mit einem günstigen Erfolge nicht geröstet werden, obgleich man dieselben wirklich in Anwendung gebracht hat, um den sich entwickelnden Schwefel, wie man glaubte, noch vollständiger als bei dem Rösten in Haufen aufzusammeln.

Zum Rösten in Schachtöfen sind ferner alle diejenigen Erze nicht geeignet, welche einer ununterbrochenen Anwendung äußerer Hitze bedürfen, und welche zugleich die Einwirkung der atmosphärischen Luft in der erhöheten Temperatur, in welche sie versetzt worden sind, erfahren müssen. Die äußere Hitze würde nämlich entweder durch unmittelbare Berührung mit dem Brennmaterial, oder durch die Flamme desselben, welche in den Schacht geleitet wird, hervorgebracht werden müssen. Im ersten Fall wird aller Sauerstoff durch das Brennmaterial absorbirt, und im letzten Fall findet gar keine

orydirende Wirkung im Ofenschacht statt, weil die Flamme nur wenig unzerlegte Luft mit sich fortreißt. Die Anwendung der Schachtöfen zum Rösten beschränkt sich also bloß auf diejenigen Erze, welche der Einwirkung des Sauerstoffs in der erhöheten Temperatur nicht bedürfen, also auf solche Erze, bei denen die erhöhete Temperatur selbst schon genügt, um den Bestandtheil oder Gemengtheil, welche man zu entfernen wünscht, zu verflüchtigen. Dahin gehören vorzugsweise alle Eisenerze, deren Gehalt an Wasser und an Kohlensäure fortgeschafft werden soll, und welche dadurch zugleich zu einer leichteren mechanischen Zerkleinerung vorbereitet werden. In den Schachtöfen läßt sich daher der Zweck des Brennens sehr vollständig, aber nicht der des eigentlichen Röstens erreichen.

Die Flammenöfen gewähren dagegen das Mittel, die Röstung sehr vollkommen zu bewerkstelligen, weil sich darin jeder Grad der für die verschiedenen Röstperioden erforderlichen Temperatur hervorbringen läßt. Man bedient sich der Flammen-Röstöfen am häufigsten aber nur in solchen Fällen, bei welchen das Rösten in Haufen sehr unvollkommen und zum Theil gar nicht zum Zweck führt, nämlich bei dem Rösten der Schliche oder derjenigen Hüttenprodukte, welche, einer bestimmten Absicht wegen, in den Zustand der feinsten mechanischen Zertheilung versetzt worden sind. Daß man die Flammenöfen zum Rösten der Erze, besonders aber der Hüttenprodukte, welche zur weiteren Verschmelzung in Schachtöfen bestimmt sind, bis jetzt noch nicht allgemein angewendet hat, liegt vorzüglich darin, weil das Rösten in Haufen keine kostbaren Vorrichtungen erfordert, und weil die Arbeit selbst, wegen des geringeren Aufwandes an Brennmaterial und an Arbeitslöhnen, wohlfeiler zu seyn scheint, als das Rösten in Flammenöfen. Auf kleinen Hüttenwerken wird man daher wohl nicht so bald dazu schreiten, die Röstung in Haufen gegen die in Flammenöfen zu vertauschen; allein bei ausgedehnteren Hüttenanlagen würde die Anwen-

dung der Flammenöfen zum Rösten des Steines oder des Lechs sehr zu empfehlen seyn, nicht allein weil die Röstung uugleich zweckmäßiger und schneller statt findet, sondern weil es auch noch nicht erwiesen ist, ob der Aufwand an Brennmaterialien und Löhnen wirklich größer ist als bei dem langsamen und oft zu wiederholenden Rösten in Haufen, abgesehen von den großen Vortheilen, welche aus der vollkommneren Röstung in Flammenöfen für den günstigeren Erfolg der Schmelzarbeiten entspringen werden.

1. Das Rösten in Schachtöfen.

Man bediente sich früher auf der Insel Anglesea großer kegelförmiger Schachtöfen von 28 Fuß Höhe und von einer Weite, die unten am Fuß des Ofens 16 Fuß, oben auf der Gicht 4 Fuß betrug, um in diesen Oefen die Röstung der an Schwefelkies reichen Kupfererze mit einer Gewinnung von Schwefel zu verbinden. Die Gicht ward nämlich, sobald sich die Entwickelung von Schwefelblumen zeigte, verschlossen, und die Dämpfe wurden vermittelst einer unmittelbar unter der Gicht angebrachten Abzugsröhre in einen Kondensator geleitet. Die 16 Fuß im Durchmesser weite Sohle des Ofens, stand, vermittelst einer vier Fuß im Durchmesser weiten Oeffnung, mit einem Gewölbe in Verbindung, auf welchem zugleich der ganze Ofen errichtet war. Bei der ersten Füllung des Ofens war die zu dem Gewölbe führende Oeffnung mit einer eisernen Platte bedeckt, welche man von unten, nämlich von dem Gewölbe aus, bei Seite zu schieben suchte, wenn man die Röstung so weit vorgeschritten glaubte, daß die den unteren Raum im Ofen einnehmenden Erze entfernt werden konnten, welche alsdann in das Gewölbe nieder sanken. Je nachdem dies Niedersinken mehr oder weniger befördert ward, entstand im Ofenschacht ein größerer oder kleinerer Raum zum Nachfüllen von frischen Erzen, zu welchem Zweck man die Gicht öff-

nete und nach erfolgtem Eintragen des Erzes sogleich wieder verschloß. Der Prozeß konnte auf solche Art ununterbrochen fortgehen. Die Zuleitung der Luft und die Regulirung des Luftstroms geschah durch Oeffnungen, welche sich an der Grundfläche oder an der Basis des Ofens befanden. Nur bei dem ersten Anlassen eines solchen Ofens war es nothwendig, eine Schicht von Brennmaterial auf der Grundfläche auszubreiten, welches mit Erz bedeckt ward. Das Anzünden erfolgte durch die Zuglöcher, oder durch die zum Reguliren des Luftzutritts bestimmten Oeffnungen. — Obgleich sich in solchen Oefen wohl der Schwefel aus dem Schwefelkies unvollständig gewinnen läßt, so ergiebt sich doch schon aus der Einrichtung derselben, daß sie nicht geeignet sind, dem eigentlichen Zweck, nämlich dem guten Fortgange der Röstarbeit zu entsprechen. Es entstanden Verschlackungen und Versinterungen durch die zu hohe Temperatur, welche, außer den großen Nachtheilen für die Beschaffenheit des Erzes, auch noch den Erfolg hatten, daß die Erze nicht zum Niedersinken gebracht werden konnten. Deshalb sind diese Oefen seit dem Anfange dieses Jahrhunderts zu Anglesea nicht mehr im Gebrauch. Auch in Irland hat man sie zwar angewendet, aber nicht beibehalten. Eben so wenig hat ihre Anwendung in Deutschland gelingen wollen, wo man sie wiederholt am Harz versucht hat.

Dagegen sind die Schachtöfen von ganz besonderem Nutzen, wenn es darauf ankommt, die Erze nur zu brennen und nicht eigentlich zu rösten. Am gebräuchlichsten sind diejenigen Schachtöfen, bei welchen das Erz mit dem Brennmaterial geschichtet wird. Die Anwendung dieser Oefen beschränkt sich aber ganz allein auf die Eisenerze, denn auch den Galmei pflegt man nicht auf solche Art zu brennen, weil durch die unmittelbare Berührung mit dem Brennmaterial leicht eine Reduction des Oxydes entstehen und dadurch ein Verlust an Metall, welches sich wieder oxydiren und in die Gestalt der

Zinkblumen verflüchtigen würde, entstehen kann. Aber diejenigen Schachtöfen, in welchen das Brennen des Erzes durch die in den Ofenschacht geleitete Flamme bewirkt wird, können gar wohl zum Brennen des Galmei angewendet werden.

Man hat den Röst- oder vielmehr den Brennarbeiten in Schachtöfen den Vorwurf gemacht, daß sich der Grad der Temperatur nicht gehörig bestimmen lasse und daß das Erz bald nicht vollkommen durchgebrannt, bald theilweise verschlackt aus den Oefen gezogen werde. Eine vollkommen gleichartige Röstung ist allerdings kaum zu erwarten, allein sie wird sich bis zu einem gewissen Grade erreichen lassen, wenn das zu röstende Erz nicht in zu sehr ungleich großen Stücken angewendet wird. Gewöhnlich soll aber durch das Brennen auch zugleich der Zweck erreicht werden, die mechanische Zerkleinerung der größeren Stücken zu erleichtern. Daß beide Zwecke gleichzeitig nicht erfüllt werden können, bedarf keiner weiteren Auseinandersetzung. Man macht daher Ansprüche, die sich bei keiner Art der Röstung befriedigen lassen, wenn man einen gleichartigen Zustand des gerösteten Erzes, bei einer sehr ungleichartigen Größe des Haufwerks verlangt. Werden die Erze aber in ziemlich gleicher Größe zu den Röstöfen gegeben, so wird sich durch das Verhältniß des Brennmaterials zu dem Erz, oder durch das längere oder kürzere Verweilen des letzteren im Schachte des Röstofens, auf einen gleichartigen Zustand des gerösteten Erzes rechnen lassen, wenn man das rohe Erz nicht in zu unförmlich großen Stücken anwendet. Auch wird die größere Höhe der Oefen sehr wesentlich zur gleichartigeren Beschaffenheit des gerösteten Erzes beitragen. Erscheint die Gleichartigkeit der Masse nur als ein untergeordneter, das Mürbemachen des Erzes durch das Brennen aber als der Hauptzweck der Operation; so ist man freilich genöthigt, die Hitze so sehr zu steigern, daß eine theilweise Verschlackung sich nicht vermeiden läßt. Ist es hingegen die Absicht, das Erz

nach dem Brennen in einem möglichst gleichartigen Zustande zu erhalten, so darf man auch nicht versäumen das Mittel in Anwendung zu bringen, welches nur allein dazu führen kann, nämlich das Erz schon vor dem Brennen zu einer gleichen Größe des Korns zu zerschlagen. Hält man aber das Brennen überhaupt nicht für zureichend, um die Eisenerze zur Verschmelzung vorzubereiten, sondern verlangt man ein eigentliches Rösten, nämlich eine Einwirkung der atmosphärischen Luft auf das glühende Erz; so sind die Schachtöfen gar nicht zur Erreichung dieser Absicht geeignet, und man wird dann wieder zu der Röstung in Haufen zurückkehren müssen, weil das Rösten in Flammenöfen für die Eisenerze theils zu kostbar, theils wegen des größeren Zeitaufwandes für die in der Regel sehr großen Erzquantitäten, nicht anwendbar ist.

Der Erfolg des Röstens oder vielmehr des Brennens der Eisenerze in den Schachtöfen wird jedoch nicht ganz derselbe seyn, wenn man das Erz mit dem Brennmaterial schichtet, oder wenn man sich nur der in den Ofenschacht geleiteten Flamme des Brennmaterials bedient, ohne jedoch die Hitze bis zum Zusammensintern des Erzes zu steigern. Es wird bei der Flammenröstung wirklich eine Aufnahme von etwas Sauerstoff statt finden können, welche jedoch, wegen der Schnelligkeit mit welcher der Röstprozeß betrieben werden muß, nicht von wesentlichem Einfluß seyn kann. Erwartet man aber von der stärkeren Oxydation des Eisenerzes einen besonders günstigen Erfolg bei der Schmelzarbeit, so wird man die Erze lange im Ofenschacht zurück halten und die Feuerung so einrichten müssen, daß mit der Flamme zugleich viel unzerlegte Luft in den Schacht des Röstofens strömt. Große und mit Brennmaterial schwach bedeckte Roste, werden dazu das Mittel seyn. Eine solche Röstung kann aber nur in sehr hohen Oefen vorgenommen werden, wenn das Brennmaterial nicht sehr unvortheilhaft verwendet werden soll. Außerdem ist es auch er-

forderlich, sehr viele Feuerungen anzubringen, um das Erz hinreichend erhitzen zu können, welches bei wenigen Feuerungen, deren Roste nur schwach mit Brennmaterial bedeckt sind, nicht möglich seyn würde. Es scheint indeß, daß man sich von diesen so genannten oxydirenden Röstungen der Eisenerze einen ungleich günstigeren Erfolg verspricht, als sich durch die Röstung hervorbringen läßt, denn die Wirkung des Sauerstoffs beschränkt sich nur auf die Oberfläche der Erze und steht mit dem Aufwand von Brennmaterial und von Zeit durchaus nicht im Verhältniß. Daher haben auch diejenigen Röstöfen, bei welchen das Erz mit dem Brennmaterial geschichtet wird, eine fast allgemeine Anwendung gefunden, und die Schachtöfen, in welchen das Rösten durch die Flamme geschieht, sind sehr wenig in Gebrauch gekommen. Eine Desoxydation kann nur dann statt finden, wenn das Erz so stark erhitzt wird, daß es zusammensintert, indem sich alsdann Silikate des Eisenoxyduls bilden. Ein so hoher Grad der Temperatur läßt sich aber durch das Verhältniß des Brennmaterials zum Erz vermeiden und man schreibt daher den Röstöfen, in welchen das Eisenerz mit Brennmaterial geschichtet ist, ganz mit Unrecht eine desoxydirende Wirkung zu, welche nur alsdann eintritt, wenn die Temperatur überschritten wird; eine Ueberschreitung, welcher man bei zu starker Feuerung auch bei den Flammen-Schachtröstöfen ausgesetzt, und welche alsdann von demselben Erfolge begleitet ist. Es wird folglich jedes Verfahren beim Brennen der Eisenerze, bei welchem man ein Verschlacken derselben vermeidet, gleich gut zum Zweck führen; aber diejenige Methode wird die beste seyn, bei welcher das Brennen in der kürzesten Zeit und mit dem geringsten Aufwand von Brennmaterial bewerkstelligt werden kann. Bis jetzt sind jedoch, so viel bekannt ist, die Schachtöfen, in welchen das Erz mit dem Brennmaterial geschichtet wird,

durch andere Röstmethoden in der Wirkung noch nicht übertroffen worden.

Zum Rösten in den Schachtöfen bedient man sich gewöhnlich der auf den Verkoakungsplätzen zerkleinerten Koaks, indeß lassen sich auch kleine Steinkohlen, — wenn ihnen nicht zu viel Schwefelkies beigemengt ist, — oder Gemenge von kleinen Steinkohlen mit kleinen Koaks anwenden. — Zerkleinerte Holzkohlen sind ein sehr gutes Brennmaterial, auch wird guter Torf unbezweifelt zur Röstarbeit gebraucht werden können. — Die Zeichnungen Fig. 541 und 542. stellen einen Röstofen von 18 Fuß Höhe, im Durchschnitt nach EF und GHI dar. Häufig legt man mehrere solcher Röstöfen in einer Reihe neben einander, um an Mauerung zu sparen. Der Kernschacht oder das Schachtfutter c, besteht aus feuerfesten Thonziegeln, die man durch eine ganz schmale Hinterfüllung von kleinen Ziegelstückchen von der Rauhmauer trennt, in welcher der Schacht eingesetzt ist. Die Sohle des Schachtes bilden gegossene eiserne Stäbe a, welche auf zwei gegossenen eisernen Balken α ruhen. An zwei entgegengesetzten Seiten des Schachtes befinden sich, in dem Niveau der Sohle des Schachtes, oder der Roststäbe a, zwei Oeffnungen bb, welche durch die Rauhmauer und durch den Kernschacht zum Schacht führen, und welche zum Ausziehen des gerösteten Eisensteins (oder des gebrannten Kalkes) dienen. Bei größeren Oefen legt man auch wohl drei solcher Ausziehöffnungen an, welche dann unter Winkeln von 120 Gr. von einander entfernt sind. Zu diesen Ausziehöffnungen gelangt man durch Gewölbe MM, welche in der Rauhmauer rings um den Ofen geführt seyn können. Die Ausziehöffnungen b werden entweder durch Gewölbe, oder, wie es auf der Zeichnung angenommen ist, durch gegossene eiserne Platten d, d getragen und unterstützt. Der Raum Q unter den Rostbalken, dient nicht sowohl als Aschenfall, zur Aufnahme des Sandes und des durch den Rost fal-

lenden Röstekleins, sondern vielmehr als ein Canal zur Luftzuführung. Man bedeckt die Roststäbe a, wenn das Brennen vorgenommen werden soll, mit flachen Ziegeln, oder mit anderen platten Steinen, weil durch die Roststäbe eine zu große Luftmenge hindurchgehen würde. Durch die größeren oder geringeren Zwischenräume zwischen den flachen Steinen läßt sich die größere oder geringere Menge der zuströmenden Luft bestimmen. Die Ausziehöffnungen b werden, während der Röstarbeit, mit Ziegeln verschlossen, welche sich leicht wieder wegnehmen lassen, wenn das gebrannte Erz gezogen werden soll. Diese verlornen Mauern sind niemals so dicht, daß sie nicht auch noch etwas Luft hindurch lassen sollten. Deshalb läßt man den Rost a zuweilen auch ganz weg und leitet die erforderliche Luft bloß durch die verlornen Mauern, oder durch die Thüren, mit welchen man die Ausziehöffnungen b verschließt. Die Sohle des Ofens besteht, bei einer solchen Vorrichtung, gewöhnlich aus einem massiven flachen Kegel, oder aus einer massiven flachen Pyramide, um schiefe Ebenen zu bilden, von welchen das geröstete Eisenerz leicht zu den Ausziehöffnungen hinab gleitet. Die Spitze des niedrigen Kegels, oder der niedrigen Pyramide ist dann der Mittelpunkt der Sohle des Schachtes. — Höhe und Gestalt des Schachtes sind ungemein abweichend. Höhere Schächte sind den niedrigeren vorzuziehen, auch wird eine bauchförmige Erweiterung des Schachtes und ein Zusammenziehen desselben auf der Gicht, sehr dazu beitragen, die Hitze zusammen zu halten und vollständiger zu benutzen. Sonst läßt man die Schächte auch wohl in gleicher Weite von der Gicht bis zur Sohle nieder gehen, oder man giebt ihnen auf der Gicht die größte Weite u. s. f. — Soll ein solcher Röstofen in Betrieb gesetzt werden, so bringt man unten auf die Sohle zuerst etwas Holz, dann einige grobe Steinkohlen und füllt den Schacht alsdann mit abwechselnden Schichten von Erz und Brennmaterial bis zur Gicht an.

Der Ofen wird nun durch das Anzünden des unten auf dem Rost oder auf der Sohle befindlichen Holzes in Feuer gesetzt, und nachdem er 24—36 Stunden lang im schwachen Brennen gestanden hat und das Erz zusammen zu sinken anfängt, so öffnet man die Ausziehöffnungen bb, schreitet zum Ausziehen der Erze und fährt damit so lange fort, bis die noch nicht ganz durchgebrannten Erze herunter kommen, worauf man die Ausziehöffnungen wieder verschließt, den Ofen abermals mit abwechselnden Schichten von Brennmaterial und von Erz füllt, und nach Verlauf von 12 Stunden die Operationen des Ausziehens der gerösteten und des Eintragens der ungerösteten Erze wiederholt. Wie tief der Ofen bei dem jedesmaligen Ausziehen geleert wird, richtet sich nach der Beschaffenheit des gerösteten Erzes und ist von dem Verhältniß des Brennmaterials zum Erz abhängig. Uebrigens geht die Operation des Röstens ununterbrochen fort, weil der Ofen in demselben Verhältniß wieder angefüllt wird, in welchem man ihn ausleert. Einzelne noch nicht gehörig durchgebrannte Stücken, welche besonders beim ersten Ausziehen vorkommen können, werden wieder zurück gegeben und noch einmal geröstet. Die Erzschichten zunächst der Sohle des Ofens, erfahren, wenn nicht viel aber häufig gezogen wird, die Einwirkung der atmosphärischen Luft, wenn das Brennmaterial schon verbrannt ist. Man kann daher die Arbeit in diesen Oefen auch so leiten, daß die Oxydation der Erze, wenigstens theilweise, bewerkstelligt wird. Es leuchtet ein, daß der Oxydationszustand sehr verschieden ausfallen muß, wenn große Quantitäten Erz mit einem male ausgezogen werden. Das Oxydiren der Erze läßt sich daher mit einer raschen Arbeit nicht vereinigen. Will man aber auf einen rascheren Gang des Röstens verzichten, so zieht man jedesmal nur das fast schon erkaltete Erz, nämlich die untersten Schichten desselben, aus dem Ofen, und läßt die zwar schon durchgebrannten aber noch glühenden Erze zurück,

damit sie die Einwirkung des Luftstroms erfahren. Durch dies häufige Ausziehen von geringen Quantitäten gerösteter Erze, wird die Röstarbeit indeß erschwert und vertheuert, und man pflegt sich des Verfahrens nicht zu bedienen, wenn große Quantitäten Erz geröstet werden müssen, sondern man verwendet die zur Oxydation der Erze erforderliche Zeit lieber zum Brennen derselben. Bei einer solchen oxydirenden Röstarbeit ist es nöthig, das eigentliche Brennen des Erzes in dem höheren Theil des Schachtes geschehen zu lassen, damit in dem tieferen Theil desselben, das glühende Erz und nicht das Brennmaterial, die Einwirkung der Luft erfährt, weshalb ein solches Röstverfahren auch vorzüglich hohe Schächte erfordert.

Bei den Röstöfen, in welchen das Erz nicht mit Brennmaterial geschichtet, sondern durch die Flamme desselben gebrannt wird, pflegt man gewöhnlich wenigstens drei Feuerungen anzubringen, um die Erze im Schacht gleichmäßiger durchzubrennen. Die Zeichnungen stellen die Durchschnitte von einem solchen Röstofen in Fig. 543 und 544. nach KL und MN dar. Die massive Sohle des Ofens läßt man nicht gerne aus einer horizontalen Fläche, sondern aus einem flachen Kegel oder aus einer niedrigen Pyramide bestehen, damit das geröstete Erz (oder der gebrannte Kalk u. s. f.) auf den schiefen Flächen leichter zu den Ausziehöffnungen herabrollt. Die Zahl der Ausziehöffnungen ist zwar gleichgültig, indeß wendet man mehrere derselben an, damit die Massen beim Ausziehen des gebrannten Erzes gleichmäßiger im Schacht nieder sinken können. Die Ausziehöffnungen legt man etwas niedriger als die Fuchsöffnungen, welche von den Feuerungsstäten in den Schacht münden, damit, beim Ausziehen des Erzes, die Flamme durch den Gegenzug weniger zurück gedrückt wird. Durch diese Ausziehöffnungen läßt sich aber auch die Hitze mäßigen, wenn dieselbe zufällig zu stark geworden wäre,

indem die kalte Luft schon an sich eine Abkühlung bewirkt, zugleich aber auch den Zug der Feuerstätten vermindert. Man kann daher, wenn man eine stärkere Oxydation des Erzes beim Brennen desselben bezweckt, auch atmosphärische Luft, durch Oeffnungen, welche in den Thüren der Ausziehöffnungen anzubringen sind, in den Schacht des Ofens leiten. Das glühende Erz wird dadurch unmittelbar, und selbst während des fortgesetzten Glühens, mit der Luft in Berührung gebracht; allein dies Mittel läßt sich nur auf Unkosten des Brennmaterials und des rascheren Ganges der Arbeit anwenden, auch muß das Erz vor dem Zuströmen der kalten Luft schon die durch das Brennen beabsichtigten Veränderungen erfahren haben. Scheint es daher sehr nothwendig, die Erze in einen höheren Oxydationszustand zu versetzen; so läßt sich dies am besten durch die Flammen-Röstöfen, mit Zuführung von atmosphärischer Luft an der Sohle der Oefen, und während des ununterbrochenen Einströmens der Flamme aus den Feuerungsstätten, bewerkstelligen. Man brennt dann zuerst das Erz bis zu einer gewissen Höhe im Ofenschacht, während die Ausziehöffnungen fast verschlossen sind, um eine volle Wirkung von dem Brennmaterial zu erhalten. Dann leitet man atmosphärische Luft, durch die Oeffnungen in den Ausziehöffnungen, hinzu, während mit der Feuerung ununterbrochen fortgefahren wird. Glaubt man, die Oxydation vollständig genug bewirkt zu haben, so öffnet man die Ausziehöffnungen, und zieht so viel Erz aus dem Schacht, bis man zu der Schicht gelangt, welche noch nicht gehörig vorbereitet zu seyn scheint. Sodann werden die Ausziehöffnungen geschlossen, der Ofen wird auf der Gicht wieder mit Erz angefüllt und man schreitet zuerst zum Brennen, sodann zum Oxydiren der Erze. Der Aufwand an Zeit und an Brennmaterial dürfte jedoch mit den Vortheilen nicht im Verhältniß stehen, welche die Oxydation der Erze gewähren soll. — Bei dem gewöhnlichen

Verfahren pflegt man die Ausziehöffnungen regelmäßig in Zeitperioden von 12 zu 12 Stunden zu öffnen, so viel Erz zu ziehen, als hinreichend durchgebrannt ist, dann die Ausziehöffnungen sogleich wieder zu schließen, den Ofen auf der Gicht mit Erz voll zu füllen, und die Operation unausgesetzt fortgehen zu lassen. — Die Einrichtung des Ofens ergiebt sich aus der Zeichnung selbst. Die Größe des Rostes ist theils von der Höhe und von dem räumlichen Inhalt des Ofens, theils von der Beschaffenheit des Brennmaterials abhängig. Der Torf läßt sich zu diesem Rösten mit Flammenfeuer sehr gut anwenden, wenn gleich die Steinkohlen immer das wirksamste Brennmaterial bleibt, bei welchem die geringste Größe der Roste zuläßig ist. — Bei dicht liegenden Erzen ist es besser, die Gicht weniger zusammen zu ziehen. Hat man aber Erze zu rösten, die große und feste Massen bilden, so ist es zweckmäßig, den Durchmesser der Gichtöffnung zu vermindern, um die Flamme länger im Ofenschacht zurück zu halten.

2. Das Rösten in Flammenöfen.

Der Flammenöfen bedient man sich entweder zum Brennen der Erze, oder zum wirklichen Rösten. Ihre Anwendung zum Erzbrennen ist sehr beschränkt, weil das Brennen in Schachtöfen mit einem geringeren Aufwande von Löhnen und von Brennmaterial geschehen kann. Dagegen sind die Flammenöfen zum Rösten der Schliche und der höchst fein zertheilten Hüttenprodukte, besonders wenn eine vollständige Entfernung des Schwefels bezweckt wird, ganz unentbehrlich.

Bei den Flammenöfen zum Erzbrennen ist ein Steigen und Fallen der Temperatur im Ofen nicht nothwendig, sondern man sucht den Ofen stets in gleich starker Temperatur zu erhalten. Bei dem gegebenen Verhältniß der Rostfläche zur Heerdfläche, wird sich daher die vortheilhafteste Größe der Fuchsöffnung, — welche immer die möglichst kleinste seyn

muß, bei welcher der verlangte Hitzgrad noch hervorgebracht werden kann, — sehr bald ausmitteln lassen. Flache Gewölbe, niedrige Brücken und hohe Essen werden ferner die Mittel seyn, um mit dem Brennmaterial den größten Effekt hervorzubringen. Man macht zuweilen aber Gewölbe und Brücken höher, als es der zweckmäßigen Benutzung des Brennmaterials angemessen ist, um auf dem Heerde einen größeren Raum für das zu brennende Erz zu gewinnen; auch führt man die Essen nicht so hoch auf, als es geschehen sollte, wenn man bei einem sehr wohlfeilen Brennmaterial die Baukosten für höhere Essen sparen will. Einen Flammenofen zum Brennen des Galmei zeigen die Zeichnungen Fig. 548. im Grundriß, oder im Durchschnitt nach der Linie EF. Fig. 545. im Längendurchschnitt nach AB. Fig. 546. im Querdurchschnitt nach CD, und Fig. 547. in der vorderen Ansicht. Als Brennmaterial bedient man sich bei diesem Ofen der Steinkohlen. Nicht zu loben ist die Einrichtung des Gewölbes, welches sich nicht in gleicher Entfernung längs dem Heerde erstrecken, sondern sich gegen die Fuchsöffnungen senken sollte; auch würde es zweckmäßiger seyn, statt der beiden Fuchsöffnungen a, a, welche sich auf beiden Seiten in der Esse m vereinigen, eine einzige Fuchsöffnung anzuwenden, deren Länge der Breite des Heerdes entspricht und deren Höhe nach der Beschaffenheit des Brennmaterials und nach Verhältniß des hervorzubringedden Hitzgrades abgeändert werden kann. Im vorliegenden Fall würde die Oeffnung jedoch nur eine Höhe von etwa 2 Zoll, bei einer Länge von 6 Fuß erhalten haben, oder es hätte dem ganzen Heerde eine geringere Breite bei der Esse zugetheilt werden müssen, wodurch aber der Raum auf dem Heerde beschränkt worden wäre. Deshalb ist man auch von der übrigens vortheilhafteren Einrichtung der Fuchsöffnung abgewichen. Auch die Brücke b hat nur aus dem Grunde die für den Zweck des Brennens sehr bedeutende Höhe von

17″ erhalten, um eine höhere Schicht von Galmei auf dem Heerde ausbreiten zu können. Das Eintragen des rohen Galmei geschieht durch die Oeffnungen c, c im Gewölbe des Ofens, welche während der Brennarbeit mit einer gegossenen eisernen Platte bedeckt sind. Diese Oeffnungen sind hier aus einem prismatischen Kasten von Gußeisen gebildet worden, wodurch dem Gewölbe zugleich eine größere Haltbarkeit verschafft wird. Die gegossenen eisernen Platten t, mit welchen das Ofengewölbe bedeckt ist, dienen zugleich als Grundlagen für den zu brennenden Galmei, welcher auf den Platten ausgebreitet wird und abtrocknet, während die nächstvorige Quantität gebrannt wird. Der gebrannte Galmei wird durch die beiden Oeffnungen d, d aus dem Ofen gezogen. In diesen Oeffnungen sind Falzplatten e, e angebracht, in welchen die gegossenen eisernen Thüren, vermittelst Zugkette, Hebel und Gegengewicht, auf- und nieder gezogen werden. Diese, so wie die übrigen Einrichtungen des Ofens, gehen aus der Zeichnung unmittelbar hervor. Der Raum f unter dem Heerde ist mit Schutt ausgefüllt, der Heerd selbst aber besteht aus feuerfesten Ziegeln. Man würde den Heerd, welches kaum der Erwähnung bedarf, auch auf einem massiven Gewölbe, oder auf gegossenen eisernen Platten, die durch Trageständer unterstützt werden, ruhen lassen können. Die Arbeit im Ofen ist sehr einfach und beschränkt sich bloß darauf, den glühenden Galmei von Zeit zu Zeit mit eisernen Hacken aufzurühren und zu wenden, damit die Kohlensäure vollständig ausgetrieben wird.

Mit besonderer Sorgfalt sollten dagegen die Flammenöfen eingerichtet seyn, welche zu der eigentlichen Röstarbeit angewendet werden. Die Grundsätze, nach welchen die Dimensionen der einzelnen Theile des Ofens zu bestimmen sind, finden sich schon im vorigen Abschnitt entwickelt. Ganz besonders nothwendig ist es aber bei diesen Oefen, die Fuchsöffnung durch anzubringende Schieber mehr oder weniger verkleinern

zu können, je nachdem der Zug mehr oder weniger geschwächt werden soll. Die Fuchsöffnung sollte immer nur dann ganz geöffnet seyn, wenn dem Ofen die stärkste Hitze gegeben werden muß, welcher er für den jedesmaligen Zweck bedarf. Sehr oft wendet man aber zur Hervorbringung eines größeren oder geringeren Hitzgrades kein anderes Mittel an, als mehr oder weniger Brennmaterial auf den Rost zu bringen, ohne eine Veränderung in der Größe der Fuchsöffnung vorzunehmen. Bei allen Flammenöfen, in welchen zu verschiedenen Zeitperioden verschiedene Grade der Temperatur angewendet werden müssen, ist jenes Verfahren theils unvollkommen, theils mit der unvortheilhaftesten Benutzung des Brennmaterials verbunden. Schieber in den Füchsen, zur Regulirung des Luftzuges, können nur bei den Flammenöfen entbehrt werden, welche entweder stets in einerlei Grad der Temperatur erhalten werden sollen, oder bei welchen es besonders darauf ankommt, den höchsten Grad der Hitze, ohne Luftzug, möglichst lange im Ofen zurück zu halten, welches dann durch das gänzliche Verschließen der Essenmündung bewerkstelligt werden muß. Bei den Flammen-Röstöfen soll aber, die längste Zeit der Arbeitsperiode hindurch, eine schwächere Hitze als in dem Ofen hervorgebracht werden kann, in stets steigendem Grade, obgleich bei einem jedesmaligen vollen Luftzuge, entwickelt werden. Dies kann, ohne eine unvollkommne Wirkung des Brennmaterials, nur durch ein für jede Temperatur abgeändertes Verhältniß der Fuchsöffnung zur Rostfläche geschehen, so daß alle Flammen-Röstöfen, bei denen die Schiebervorrichtung fehlt, oder, wenn sie vorhanden ist, aus Bequemlichkeit nicht angewendet wird, als unvollkommne Vorrichtungen betrachtet werden müssen. Man entschuldigt diese Mangelhaftigkeit dadurch, daß ein mit Brennmaterial nur schwach bedeckter Rost, das beste Mittel gewähre, unzersetzte atmosphärische Luft zugleich mit der Flamme auf den Heerd gelangen zu lassen, wodurch die Röstung mehr

als bei einem mit Brennmaterial stark bedeckten Rost befördert werde. Abgesehen indeß, daß bei niedrigen Brücken, — und andere sollten bei den Flammenröstöfen nicht gewählt werden, um das Brennmaterial vortheilhaft anzuwenden, und den Zutritt der unzerlegten Luft zu der zu röstenden Substanz zu befördern, — noch immer viel atmosphärische Luft aus dem Feuerungsraum auf den Heerd gelangt, und daß selbst durch die geöffnete Arbeitsthüre, eine sehr bedeutende Menge von atmosphärischer Luft in den Ofen strömt; läßt sich die zum Rösten erforderliche Luft auch durch eine besondere Einrichtung bei der Brücke, dem Heerde zuführen. Diese Einrichtung ist besonders in solchen Fällen ungemein vortheilhaft, wenn der Prozeß des Röstens bei ganz verschlossener Arbeitsthüre fortgehen soll. Sie besteht darin, daß man einen Luftkanal längs der Brücke fortführt, und diesen Kanal durch Oeffnungen mit der Heerdfläche in Verbindung setzt. Einen solchen Luftkanal wendet man zuweilen auch mit recht günstigem Erfolge an, um die Feuerbrücke kühl zu erhalten, und sie gegen das schnellere Wegschmelzen zu sichern. Wo daher schon eine solche Einrichtung bei den Brücken vorhanden ist, werden sich auch die Oeffnungen, oder die kurzen Querkanäle, aus dem Hauptluftkanal nach dem Heerdraum leicht anbringen lassen.

Von den in England üblichen Röstöfen beim Verschmelzen der Blei- und der Kupfererze in Flammenöfen, wird bei diesen Metallen näher die Rede seyn. Die Arbeit in diesen Oefen steht mit dem ganzen Schmelzprozeß in so genauem Zusammenhange, daß es zweckmäßiger ist, die Röst- und die Schmelzarbeiten in der Darstellung nicht zu trennen. Außerdem finden bei jenen Röstöfen keine eigenthümlichen Einrichtungen statt, durch welche sie sich wesentlich von den Röstöfen unterscheiden, in denen die Erze und die feinen Schliche in Deutschland abgeröstet werden.

Die in Ungern und in Sachsen eingeführten Flammen-

öfen zum Rösten der Bleiglanze und der Schliche, weichen nur in sehr unwesentlichen Dingen etwas von einander ab. Die Zeichnung Fig. 549. zeigt die vordere Ansicht, Fig. 551. den Grundriß, Fig. 553. den Durchschnitt nach der Breite des Heerdes, oder nach der Linie CD, Fig. 550. den Durchschnitt nach der Länge des Heerdes, oder nach der Linie AB, und die Fig. 552. den horizontalen Durchschnitt durch die Flug-gestübbekammern. Der wesentliche Unterschied bei den verschiedenen Oefen ist der, daß bei dem Ofen den die Zeichnung darstellt, die Heerdsohle aus zwei Heerden A und E besteht, von denen E etwa 2 Zoll höher liegt als A, wogegen die neueren Oefen mit diesem höher liegenden Heerde E nicht versehen sind, indem der Heerd A sich unmittelbar bis unter den Fuchs F erstreckt. Man bediente sich des Heerdraumes E, um die zur nächsten Röstung anzuwendenden Erze und Schliche abzuwärmen, während die vorher auf E abgewärmten Schliche auf dem Heerde A abgeröstet werden. Man glaubte auf diese Art das Brennmaterial besser zu benutzen; allein man ward dadurch genöthigt, den Fuchs F der einen Seite des Ofens näher zn legen, und konnte die Flamme nicht aus der Mitte der Rückwand des Ofens abführen. Außer diesem Nachtheil führt jene Einrichtung noch den anderen herbei, daß der Fuchs in dem Gewölbe des Ofens ausmündet, statt der Heerdsohle möglichst nahe zu liegen, damit die Flamme nicht längs dem Gewölbe g fortstreicht, und zur Fuchsöffnung gelangt, ohne ihre volle Wirkung auf den Heerd A selbst zu äußern. Außer dieser wesentlichen Unvollkommenheit, welche aus der Art der Verbindung des Fuchses F mit dem Heerdraum entspringt, besitzen diese Röstöfen auch noch den Fehler, daß die Fuchsöffnung nicht mit einem Schieber zum Reguliren des Luftzuges versehen ist, so daß die größere oder geringere Erhitzung des zu röstenden Haufwerks bloß durch die größere oder geringere Menge des Brennmaterials auf dem Roste bewirkt wird. Der Rost im Feuerungsraum B liegt in

derselben Höhe wie der Heerd A, und wird von demselben durch die nur 5 Zoll hohe Brücke d getrennt. Diese geringe Höhe der Brücke ist sehr zweckmäßig. Die hohe Lage des Rostes ist es ebenfalls, wenn die Feuerung mit Steinkohlen geschieht. Bei der Feuerung mit Holz oder Torf würde der Rost tiefer zu legen seyn. Feuerungsraum und Heerdraum haben kein gemeinschaftliches Gewölbe, sondern beide werden durch die Schlußmauer e mit einander verbunden. Dies ist die Einrichtung der Oefen auf der Halsbrücke bei Freiberg, welche an sich unwesentlich ist. Der Heerd besteht aus feuerfesten Ziegeln, und ruht auf einer Ausfüllung von Schutt und Schlacken a, welche besondere Abzüchte entbehrlich machen. Ueber dem Gewölbe g des Ofens befindet sich eine Schicht von Schlacken b, welche, als schlechte Wärmeleiter, den Wänden des Ofens nicht viel Hitze entziehen sollen. Ueber dieser Schlackenschicht sind die Fluggestübbekammern D errichtet, durch welche die Flamme aus dem Fuchs F abzieht, um die durch den Luftzug mit fortgerissenen Erztheilchen darin abzusetzen, ehe sie, durch die Oeffnung G in der letzten Fluggestübbekammer, ins Freie geführt wird. Die Einrichtung der Scheidewände, durch welche die verschiedenen Fluggestübbekammern getrennt werden, so wie der Weg welchen die Flamme zu nehmen hat, um aus F nach G zu gelangen, geht aus der Zeichnung hervor. Die Decke der Fluggestübbekammern bildet eine horizontale Fläche, auf welcher die abzuröstenden Erze und Schliche ruhen, und durch den Schacht H auf den Heerd des Ofens niedergelassen werden. Bei denjenigen Oefen, bei welchen der Heerd E zum Vorwärmen der Erze gebraucht wird, muß der Schacht H senkrecht über E angebracht seyn. Die obere Mündung von H ist durch eine eiserne Platte x geschlossen, welche nur dann weggenommen wird, wenn eine Quantität Erze abgeröstet ist, und wenn wieder eine neue Quantität auf den Heerd gebracht werden soll. Die hier dargestellte Ein-

richtung auf den Fluggestübbekammern, wie sie zu Freiberg statt findet, richtet sich indeß ganz nach örtlichen Verhältnissen, indem sie auch seitwärts angebracht seyn, oder ganz fehlen können, wenn kein Verlust durch den Luftzug zu befürchten ist. Bei den Röstöfen in Ungern bringt man auch in der Regel das abzuröstende Erz durch die Arbeitsöffnung L auf den Heerd, nachdem das abgeröstete Erz aus dem Ofen entfernt worden ist. Diese Oeffnung L muß nothwendig mit einer Thüre verschlossen werden können, um das Brennmaterial mit größerem Nutzen zu verwenden. Die eiserne Walze b vor der Arbeitsöffnung, welche mit ihren eisernen Zapfen auf Lagern ruht, und sich leicht um ihre Axe dreht, dient zur Bequemlichkeit bei der Arbeit, indem die eisernen Werkzeuge, mit welchen das zu röstende Erz umgewendet wird, durch sie eine Unterlage erhalten. — q ist die Thüre welche den Feuerungsraum verschließt, und u sind wohl verschlossene und verklebte Thüren, welche geöffnet werden, wenn die Fluggestübbekammern geleert werden sollen.

Vollkommener als der eben beschriebene Röstofen, ist derjenige eingerichtet, den Fig. 554. im Grundriß, oder im Durchschnitt nach der Linie AB, Fig. 556. im Durchschnitt nach der Breite des Heerdes, oder nach der Linie EF, und Fig. 555. im Durchschnitt nach der Länge des Heerdes, oder nach der Linie CD des Grundrisses darstellen. Dieser Röstofen wird, mit einigen Modifikationen, zum Rösten des Kupfersteins auf der Gottes Belohnung Amalgamirhütte bei Hettstädt im Mannsfeldischen angewendet. Die beiden Fuchsöffnungen sind ebenfalls nicht unmittelbar in die Esse geführt, sondern sie setzen zuerst den Flugstaub in den Gestübbekammern über dem Gewölbe des Ofens, in ähnlicher Art ab, wie bei den vorhin beschriebenen Röstöfen, auch wendet man die heißen Gasarten noch sehr zweckmäßig zur Erwärmung von Trockenstuben an, ehe sie in die Esse gelangen; indeß sind diese Einrichtungen an sich nicht wesentlich, und ganz von örtlichen Verhältnissen

abhängig, weshalb sie auch auf sehr verschiedene Weise abgeändert werden können, und daher in der Zeichnung nicht mit aufgenommen sind. Es bedarf nicht der Bemerkung, daß dieser Ofen auch zum Rösten der Erze und Schliche angewendet werden kann. Die Vorzüge dieses Ofens vor dem vorigen, bestehen vorzüglich in der Art wie die Füchse, nämlich die beiden Fuchsöffnungen m, m mit dem Heerdraum in Verbindung gesetzt sind, ferner in der Anwendung der Schieber a, durch welche der Luftzug bei jeder Fuchsöffnung regulirt werden kann, und in der Einrichtung der Brücke. Diese ist nämlich, wie sich aus der Zeichnung ergiebt, mit einem Luftkanal b versehen, wodurch die Brücke abgekühlt, und der Zerstörung durch die Einwirkung der Flamme weniger ausgesetzt wird. Mit dem Hauptkanal b stehen noch drei andere Kanäle c, c, c in Verbindung, die unter dem Heerde fortgeleitet sind, und welche nicht bloß als Abzüchte, sondern auch zugleich als Luftzuführungskanäle dienen können, um während der Röstperiode atmosphärische Luft auf den Heerd zu leiten. Zu diesem Zweck münden aus dem Hauptkanal b kleine Oeffnungen in den Heerdraum, welche in den Zeichnungen Fig. 554. und 555. durch punktirte Linien angegeben, und hier wie in der Zeichnung Fig. 556., welche die Ansicht der Feuerbrücke gewährt, mit i bezeichnet sind. Diese Kanäle können vermittelst der Schieber p geschlossen werden, wenn ein Zutritt von Luft auf den Heerd nicht nothwendig ist, oder wenn der zu röstende Körper zuerst erhitzt werden soll. Die Arbeitsöffnung f, welche zum Eintragen des zu röstenden, und zum Herausnehmen des abgerösteten Erzes dient, ist mit einem gegossenen eisernen Futter g, so wie mit der Walze h versehen, welche den Werkzeugen als Unterlage dient. — n, n sind geschmiedete eiserne Stäbe zur Verankerung des Ofens. Der aus feuerfesten Ziegeln bestehende Heerd ruht auf einer massiven Unterlage, in welcher auch die Luftkanäle c fortgeführt sind. Wenn diese zur Ableitung der Feuchtigkeit nicht hinreichend erscheinen; so lassen

sich leicht noch andere, besondere Abzüchte anbringen. Die unmittelbare Grundlage des Heerdes bildet eine 5 Zoll starke Lehmsohle, welche indeß nur deshalb gewählt worden ist, um die Heerdsteine fester legen zu können. Feuerungsraum und Heerdraum sind durch ein gemeinschaftliches, möglichst flaches Gewölbe, mit einander verbunden. Der Grundriß zeigt die Gestalt des Heerdes, dessen Ecken zweckmäßiger hinten abgerundet werden können. Die Oeffnung zum Eintragen des Brennmaterials r (das Schürloch) ist mittelst einer Thüre verschlossen; aber auch die Arbeitsöffnung f sollte nothwendig mittelst einer Schiebethüre verschlossen werden können. Die Größe der Rostfläche ist, bei der gegebenen Größe der Heerdfläche, ganz von der Beschaffenheit des Brennmaterials abhängig.

Die Arbeit des Röstens ist in diesen, so wie in allen ähnlichen Röstöfen nicht verschieden. Es wird jedesmal ein bestimmtes Quantum von Erzen (5—6 Centner) auf den Heerd gebracht, und vollständig abgeröstet. Man breitet das zu röstende Erz gleichmäßig über die ganze Heerdfläche aus, und giebt sogleich eine starke Hitze, um das Erz zuerst in den glühenden Zustand zu versetzen. Dabei sollte die Arbeitsthüre eigentlich verschlossen seyn, auch dürfen die Luftkanäle, welche zur Feuerbrücke und aus derselben in den Heerdraum führen, wo sie vorhanden sind, nicht geöffnet seyn. Nur die Arbeitsöffnung ist von Zeit zu Zeit zu öffnen, weil das Erz nicht ruhig liegen darf, sondern durch Umrühren mit einer eisernen Kratze, oder mit einem eisernen Rechen, häufig eine neue Oberfläche erhalten muß. Dies Umrühren ist nothwendig, theils um eine gleichmäßige Erhitzung zu bewirken, theils um das Schmelzen oder das Zusammensintern des Erzes zu verhindern. Tritt, durch zu starke Hitze und durch versäumtes häufiges Umrühren, ein Weichwerden der Masse auf der Oberfläche ein, so wird die Abröstung sehr unvollkommen erfolgen, weil sich ein theilweises Zusammenbacken kaum mehr verhüten läßt. Die Fuchsöffnungen müssen augenblicklich geschlossen,

und es muß mit den Werkzeugen sehr rasch und ununterbrochen gearbeitet werden, um das Erz in eine gleichmäßige Hitze zu bringen. Hat man aber den glühenden Zustand, ohne ein Weichwerden der Masse, nach Verlauf von $1\frac{1}{2}$—2 Stunden herbeigeführt, so werden die Fuchsöffnungen nach Umständen ganz oder großentheils auf einige Zeit geschlossen, weil der verbrennende Schwefel hinreichende Hitze entwickelt. Erst wenn sich die Hitze vermindert, öffnet man die Fuchsöffnungen mehr und mehr, wobei jedoch das Umwenden des Erzes ununterbrochen fortgesetzt wird. In dem Verhältniß wie sich die Quantität des Schwefels verringert, steigert man die Hitze durch verstärkten Zug, und sieht die Arbeit als beendigt an, wenn sich zuletzt in der stärksten Hitze keine Schwefeldämpfe mehr entwickeln. Während des sogenannten Abschwefelns muß die atmosphärische Luft aus den Luftkanälen unter der Brücke auf den Heerd treten. Bei denjenigen Röstöfen, welche nicht mit Schiebern in den Fuchsöffnungen versehen sind, hat man zur Verminderung und Verstärkung der Hitze kein anderes Mittel, als eine schwächere oder stärkere Feuerung. Die Periode des Entschwefelns dauert oft $3\frac{1}{2}$—4 Stunden, und während dieses ganzen Zeitraums ist das Umrühren des Erzes durchaus nothwendig. Ein großer Theil der schwefligtsauren, und später der schwefelsauren Dämpfe, entweicht aus der Arbeitsöffnung, weshalb es nothwendig ist, über dieser Oeffnung einen Rauchmantel anzubringen, durch welchen die Dämpfe abgeführt werden. Häufig setzt man diesen Rauchmantel durch einen Kanal mit der Esse in Verbindung; oder man führt die Dämpfe unter dem Mantel durch einen besonderen Kanal aus der Hütte, damit die Arbeiter durch sie nicht belästigt werden.

Die Röstung wird um so unvollkommener erfolgen, und sie wird einen um so größeren Aufwand von Arbeit erfordern, um das Zusammenbacken der Erztheilchen zu verhüten, je unrichtiger das Verhältniß der Fuchsöffnung zur Rostfläche be=

stimmt ist, weil alsdann die Heerdfläche sehr ungleichmäßig erhitzt wird. Wenn das Erz bei dem ersten Anfeuern in der Nähe der Feuerbrücke ungleich früher und stärker glüht, als in der Nähe der Fuchsöffnungen, so ist auf den guten Erfolg der Arbeit, ohne ein starkes Durcharbeiten der Masse, nicht zu rechnen. Die Rostfläche ist dann zu groß, oder die Fuchsöffnungen sind zu klein, und es ist nothwendig, eine zweckmäßige Aenderung vorzunehmen. Nur dann wenn die Verhältnisse so eingerichtet sind, daß der Heerd, sobald dem Ofen die volle Hitze gegeben wird, ganz gleichmäßig erhitzt werden kann, wird auch die Entschwefelung gleichmäßig erfolgen können. Erze, die sehr reich an Schwefel sind, müssen besonders sehr vorsichtig behandelt, und die Fuchsöffnungen müssen geschlossen werden, wenn die Glühhitze kaum vollständig eingetreten ist. So lange sich das Erz mit den Werkzeugen so anfühlen läßt, als ob es sich in einem sandigen Zustande befände, ist eine vollständige Entschwefelung zu erwarten. Wenn sich das Erz aber an den Werkzeugen anhängt, und sich beim Umrühren den Bewegungen mit denselben widersetzt, ohne leicht auszuweichen, so deutet dieser Zustand schon auf eine beginnende Schmelzung, der sich nicht anders als dadurch, — obgleich sehr unvollkommen, — abhelfen läßt, daß man die Hitze wieder bedeutend vermindert, und die zusammengebackenen Massen im Ofen zerschlägt. Niemals muß der Ofen, während der Entschwefelungsperiode, so stark abgekühlt werden, daß es erst wieder einer erneuerten starken Feuerung bedarf, um ihn wieder in Hitze zu bringen. Daher ist es auch ungleich zweckmäßiger, die Hitze beim ersten Anfeuern nicht zu hoch zu steigern, und die Entschwefelung bei einem mit Brennmaterial bedeckten Rost, aber bei einem fast ganz unterbrochenen Zuge des Ofens zu beginnen; als das Erz beim Anfeuern in starke Hitze zu bringen, und beim Abschwefeln die äußere Hitze durch die fast gänzliche Entblößung der Rostfläche abzuhalten. Das erste Verfahren ist jedoch in der Ausübung ungleich schwieri-

ger, und setzt voraus, daß der Arbeiter mit der Wirkung des Ofens und mit dem Verhalten der Erze in der Röſthitze sehr genau bekannt iſt. Bei der anderen Methode hat man während des Abschwefelns zwar weniger die nachtheiligen Wirkungen einer zu großen Temperaturerhöhung zu befürchten, allein man wird genöthigt seyn, die Erze stärker zu erhitzen als es für die Röstarbeit zuträglich ist, auch wird dadurch ein größerer Aufwand an Zeit und Brennmaterial herbeigeführt. Eine gut geführte Röstarbeit gehört zu den schwierigsten metallurgischen Prozessen, weil der günstige Erfolg ganz allein von der Geschicklichkeit und von der Gewandheit des Arbeiters, so wie von der Fähigkeit desselben abhängt, die Temperatur im Ofen, der jedesmaligen Beschaffenheit des Erzes und den verschiedenen Perioden des Prozesses angemessen, zu beurtheilen und hervorzubringen.

Ueber das Verwittern der Erze und über das Abliegen derselben an der Luft.

Es ist schon im dritten Abschnitt von der Aufbereitung einiger Eisenerze und des Galmei, durch Abliegen an der Luft, die Rede gewesen. Man bezweckt damit nur die mechanische Absonderung des Lettens und des Schieferthons von den Erznieren. Es giebt aber noch andere Gründe, aus welchen man die Erze zuweilen der Einwirkung der Atmosphäre recht lange auszusetzen wünscht, und diese treten nur allein bei den Eisenerzen ein. Das Verwittern an der Luft soll dann eine ähnliche Wirkung wie die Röstarbeit hervorbringen. Alle Eisenerze die kohlensaures Eisenoxydul enthalten, oxydiren sich mit der Zeit an der Luft, indeß tritt die Wirkung nur sehr langsam ein, und man wird nur in höchst seltenen Fällen Gelegenheit haben, davon eine Anwendung zu machen. Häufiger wendet man aber den Prozeß des Verwitterns bei solchen Eisenerzen an, welche Beimengungen von Schwefeleisen enthalten, dessen Zersetzung durch das lange Liegen an der Atmos-

phäre bewirkt werden soll. Zuweilen bereitet man den Zersetzungsprozeß sogar durch ein vorläufiges Brennen der Erze in offenen Haufen vor, indem man die Erze auf einer Holzschicht ausbreitet, und nach erfolgtem Brennen, welches jedoch zur Zersetzung des Schwefelmetalles nicht hinreicht, auf eine Bühne bringt, wo es der Wirkung der Luft und der atmosphärischen Feuchtigkeit ausgesetzt wird. In anderen Fällen werden die Erze, sogleich nachdem sie gefördert worden sind, auf solche Bühnen gebracht, und man überläßt es der Luft und der Feuchtigkeit, ohne vorhergegangenes Brennen, die Zersetzung zu bewirken. Es ist einleuchtend, daß das Verfahren große Vorräthe voraussetzt, und daß die Erze, bei dem Prozeß des Verwitterns des Schwefelmetalles, der Einwirkung des Regens nicht entzogen werden dürfen, um die sich bildenden schwefelsauren Verbindungen wegzuspülen. Die Bühnen auf welche die Erze gestürzt werden, müssen daher eine gegen den Horizont geneigte Lage haben. Das Verwittern und Auslaugen an der Luft kann jedoch nur alsdann den bezweckten Erfolg herbeiführen, wenn das Erz sehr lange, oft mehrere Jahre lang, liegen bleiben kann. Bei sehr ockrigen und lettigen Erzen entsteht indeß der Nachtheil, daß durch heftige Regengüsse leicht viel Ocker weggeschlämmt wird, und daß das Erz viel Wasser aufnimmt, zu dessen Verdampfung Brennmaterial verwendet werden muß.

Man hat die Bemerkung gemacht, daß Spatheisensteine, welche viel kohlensaure Bittererde enthalten, und dadurch strengflüssig sind, durch langes Liegen an der Luft einen bedeutenden Theil der kohlensauren Bittererde beim Verwittern verlieren, und sich besser verschmelzen lassen (Collet Descostils, in Gehlen's Journ. II. 462. IV. 158.), indem die kohlensaure Bittererde von dem Regenwasser aufgelößt und fortgeführt wird.

System der Metallurgie

geschichtlich, statistisch, theoretisch und technisch

von

Dr. C. J. B. Karsten,

Königl. Preuß. Geheimen Ober-Berg-Rathe, Ritter des Rothen Adler-Ordens dritter Classe und des eisernen Kreutzes, ordentlichem Mitgliede der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, und anderer gelehrten Gesellschaften ordentlichem und Ehren-Mitgliede.

Vierter Band.

Berlin, 1831.
Gedruckt und verlegt
bei G. Reimer.



Inhalt
des vierten Bandes.

Eisen.

Zink.

Wismuth.

Antimon.

Quecksilber.

Arsenik.

Kobalt.

System
der
Metallurgie.

Vierter Theil.



Eisen.

Das Eisen ist ein, in seinem chemisch reinen Zustande fast unbekanntes Metall. Wie alle Metalle, so erleidet auch das Eisen, durch sehr geringe Beimischungen, oder auch wohl nur durch bloße Beimengungen von fremden Substanzen, sehr auffallende Veränderungen in seinen physikalischen Eigenschaften. Das durch die metallurgischen Prozesse dargestellte Eisen ist niemals ganz rein, und daher zeigt es große Verschiedenheiten in Festigkeit und Härte, je nachdem die Erze, aus denen es gewonnen wird, oder die Bereitungsmethoden verschieden gewählt werden. Ein fast ganz reines Eisen erhält man, wenn man fehlerloses Stabeisen, im gefeilten Zustande, mit dem dritten oder dem vierten Theil reinem oxydirten Eisen mengt, und das Gemenge in einem Thontiegel, unter einer Decke von metallfreiem Glase, zum Schmelzen bringt. Die Schmelzung erfolgt nur bei Anwendung von Koaks, und bei einem starken künstlichen Luftzuge. Der Regulus muß vollständig geschmolzen seyn. Er hat dann eine zinn- fast silberweiße Farbe, verhält sich weicher und dehnbarer als das gewöhnliche reinste Stabeisen, zeigt ein hakig-zackiges Gefüge, welches durch starkes Zusammenpressen oder Zusammenschlagen leicht sehnig wird, und besitzt ein größeres spec. Gew. (7,75 bis 7,845) als das

zeigt aber in der Kälte eine geringe Festigkeit. So verhält sich das durch Phosphor kaltbrüchige Eisen.

4) Hartes und wildes Eisen. Es zeigt in der Kälte einen hohen Grad von Festigkeit, verhält sich aber brüchig in der erhöheten Temperatur. Außer dem Schwefel können auch andere Körper dem Eisen den Fehler des Rothbruchs mittheilen. In hohem Grade rothbrüchiges Eisen ist, wegen der Kantenbrüche, die es beim Schmieden oder Walzen in der Hitze erhält, auch in der Kälte nicht haltbar.

II. Weiches Eisen. Es giebt den äußeren Eindrücken unter dem Hammer oder unter den Walzen leicht nach, verliert bald die zackige Textur, und wird sehnig.

1) Weiches und zähes Eisen. Es läßt sich nach allen Richtungen kalt und warm biegen. Dies Eisen steht zwar in der Festigkeit dem harten und festen Eisen nach, weil es sehr geneigt ist, sich zu dehnen; auch widersteht es der Abnutzung durch Reibung weniger als dieses; allein es ist zu manchen Zwecken (zur Blechbereitung) nicht weniger anwendbar.

2) Weiches und sprödes Eisen. Es ist in der Hitze biegsam, zerspringt aber in der Kälte bei geringen Schlägen. Das sogenannte verbrannte und überhitzte Eisen verhält sich zwar so, allein es erlangt durch starkes mechanisches Zusammenpressen wieder eine größere Festigkeit. Dagegen läßt sich die Sprödigkeit nicht heben, wenn sie durch Beimischungen von fremden Substanzen, wohin ganz vorzüglich das Silicium gehört, veranlaßt wird. Auch beigemengte Eisenschlacke ertheilt dem weichen (nicht Kohle haltenden) Eisen, eine spröde Beschaffenheit.

3) Weiches und mürbes Eisen. Es ist in der Hitze, zum Theil auch in der Kälte biegsam, hält aber starke Schläge nicht aus. Das im geringen Grade kaltbrüchige Eisen gehört hierher, noch mehr aber das Eisen, von wel-

chem das Silicium bei der Eisenbereitung nicht rein abgeschieden ist. Starke Beimengungen von Eisenschlacke machen das Eisen ebenfalls mürbe, und vermindern seine Festigkeit in allen Temperaturen.

Das weiche Eisen ist zwar ein vollkommeneres Stabeisen als das harte, indeß pflegt man, bei gleichen Graden der Zähigkeit, dem harten Eisen den Vorzug deshalb zu geben, weil es durch wiederholtes Glühen immer besser und weicher wird, wogegen das weiche Eisen leichter geneigt ist, durch vieles Glühen mürbe zu werden. Bei dem harten Eisen wird eine fremdartige Beimischung sich auffallender äußern, weil die Härte schon an sich eine größere Sprödigkeit veranlaßt. Das weiche Eisen ist weniger zur Sprödigkeit geneigt, und muß eben deshalb, wenn es sich mürbe zeigt, für ein besonders schlechtes Eisen gehalten werden.

Farbe, Textur und die physikalischen Eigenschaften des Eisens sind daher, nach den verschiedenen Graden der Verunreinigung des Eisens, und nach der Beschaffenheit des beigemischten oder beigemengten Körpers, sehr verschieden. Genaue chemische Untersuchungen werden in der Folge vielleicht einmal dahin führen, aus dem äußeren Ansehen und aus dem physikalischen Verhalten des fehlerhaften Stabeisens, den Grad seiner Verunreinigung und die Natur des verunreinigenden Körpers zu bestimmen.

Weil die feuchte Luft die Oberfläche des Eisens schnell verändert, so läßt sich die wahre Farbe des Metalles nur auf der frischen Bruchfläche beurtheilen. Die eigentliche Farbe des Stabeisens ist lichtgrau, mit vollkommen metallischem Glanz. Die Farbe ist jedoch vielen Modificationen unterworfen, von denen dann auch der Glanz abhängig ist. Die lichtgraue Farbe zieht sich auf der einen Seite ins Weiße, auf der anderen ins Dunkle, mit stärkerem oder schwächerem Glanz auf beiden Seiten. Je mehr sich die lichtgraue Farbe, mit

gleichzeitig zunehmendem stärkeren Glanz in das Weiße, und je mehr sich die lichtgraue Farbe mit gleichzeitig abnehmendem Metallglanz in das Dunkle zieht, desto schlechter ist die Beschaffenheit des Eisens. Sehr helle Farbe mit schwachem Glanz, und graulichweiße Farbe mit starkem Glanz bezeichnen also gutes Eisen. Helle Farbe mit sehr starkem Metallglanz geben ein verbranntes Eisen, wenn die Farbe ins Bläuliche spielt, oder ein in der Kälte leicht zersprengbares Eisen, wenn die Farbe ganz weiß ist, zu erkennen. Dunkle Farben mit schwachem Metallglanz deuten auf ein in der Hitze brüchiges (rothbrüchiges), und bei noch größerer Abnahme des Glanzes auf ein mürbes, kurzes (faulbrüchiges oder auch roh gefrischtes) Eisen.

Die ursprüngliche Textur des Stabeisens ist hakig oder zackig. Weil das Stabeisen aber durch das Schmieden oder durch das Ausstrecken stets eine gewisse äußere Gestalt erhält; so kommt es sehr darauf an, ob die Stäbe dicker oder dünner ausgestreckt worden sind. Will man die Textur richtig beurtheilen, so müssen die Stäbe nicht unter einem Zoll im Quadrat, und bei flachen Stäben nicht unter ½ Zoll stark seyn. Eine hakige Bruchfläche, auf welcher weder eine bestimmte eckige Gestalt der Körner, noch ein schuppiges Gefüge warzunehmen ist, bezeichnet das zäheste, beste und vollkommenste Eisen, welches, zu dünnen Stäben ausgereckt, immer eine vollkommen sehnige Textur annehmen wird. Die Sehnen oder Adern haben dann aber eine lichte Farbe, und sind sehr lang ausgedehnt, weil eine große Kraft erforderlich war, um sie zu zerreißen. Das Eisen hingegen, welches aus vielkantigen, gröberen oder feineren Körnern, von bestimmter Gestalt, oder gar von schuppiger Textur, zusammengesetzt zu seyn scheint, ist stets von schlechter und brüchiger Beschaffenheit. Haben diese Körner ein schiefriges Ansehen, so ist das Eisen verbrannt; sind sie ganz flach und schuppig, so deuten sie auf ein kaltbrüchi-

ges Eisen; sind sie kantig (aber nicht zackig, sondern glatt) und mit Sehnen untermengt, so ist das Eisen roh und schlecht gefrischt. Das schuppige und das kantigkörnige Eisen mit vermengten Sehnen, gehen durch viele Nuancen in in einander über. Je mehr sich die kantigen glatten Körner verlieren, und je mehr die sehnige Textur hervortritt, desto mehr verbessert sich die Beschaffenheit des Eisens. Die Sehnen haben indeß noch immer eine dunkle Farbe, und lassen sich auch nicht zu der Länge ausdehnen, wie bei dem hakig oder zackig körnigen Eisen, sondern sie sind kürzer, weil sie nur mit einer geringeren Festigkeit der trennenden Kraft widerstehen. Rothbrüchiges Eisen zeigt immer lange Sehnen, und nähert sich, nach den verschiedenen Graden des Rothbruchs, der zackigkörnigen oder der kantigkörnigen Eisenart. Das kantigkörnige Eisen, welches beim Ausschmieden zu dünnen Stäben gar keine Sehnen zeigt, ist unter allen Eisenarten die schlechteste.

Die Sehnen oder die Adern, aus denen das Stabeisen zusammengesetzt zu seyn scheint, bezeichnen nicht die ursprüngliche Textur, sondern sie sind die Folge eines äußeren Druckes, oder des Zusammenpressens des Eisens. Aber nicht alles Eisen ist fähig, eine sehnige Textur anzunehmen, sondern einiges Eisen behält, wenn es auch zu den dünnsten Stäben ausgestreckt wird, immer ein kantigkörniges, oder ein schuppiges Gewebe. Das zäheste, und der äußeren Gewalt am mehrsten widerstehende härtere Eisen, behält seine zackigkörnige Textur am längsten, und wird erst sehnig durch das Ausstrecken zu sehr dünnen Stäben. Das weichere Eisen giebt der äußeren Kraft früher nach, und wird eher sehnig, oder die zackigen Körner lassen sich eher breit drücken. Je nachdem die Körner selbst einen größeren oder geringeren Zusammenhang hatten, werden auch die Sehnen mit größerer oder geringerer Kraft an einander hängen, und beim Zerschlagen des Stabes länger und feiner, oder kürzer und gröber zum Vorschein kommen.

Bei dem Eisen welches gar keine Sehnen zeigt, ist die Verbindung der Körner unter einander so geringe, daß sich jedes einzelne Korn nicht zu einer Sehne, sondern nur zu einer Schuppe ausbreiten konnte, welche Schuppen, weil sie unter einander ebenfalls nur einen geringen Zusammenhang haben, der äußeren Kraft nur einen geringen Widerstand leisten. Das schuppige und das kurz- und grobsehnige Eisen nähern sich einander daher durch unmerkbare Uebergänge.

Eine deutliche krystallinische Bildung läßt sich bei dem Stabeisen nicht bemerken. Das reine Eisen zeigt in dicken Massen, die durch mechanischen Druck noch keine Veränderung in der Textur erlitten haben, nur den zackigen, oder den hakigen Bruch. Die Erfahrung lehrt aber, daß dasjenige Eisen, welches durch mechanischen Druck kein sehniges Gefüge erhält, zu den minder festen Eisenarten gehört, weshalb man sich zu allen Zwecken die ein festes Eisen erfordern, nur eines solchen Eisens bedient, welches, wenn es zu dünnen Stäben zusammengepreßt wird, ein sehniges Gefüge anzunehmen fähig ist. Dabei ist es aber nothwendig, die Beschaffenheit des sehnigen Gefüges noch näher zu prüfen, weil auch das Stabeisen von minder fester Beschaffenheit, durch starken mechanischen Druck noch eine sehnige Textur erhalten kann. Ein solches Eisen zeigt aber im körnigen Zustande eine mehr glatte und kantige, als eine zackige und hakige Beschaffenheit des Korns, und im sehnigen Zustande zeichnet es sich durch die Kürze der Fasern, so wie durch den matten Glanz und durch die dunkle Farbe derselben unvortheilhaft aus. Sehnen oder Fasern, die den Glanz des matt gearbeiteten Silbers besitzen, und lichte Färbung zeigen, deuten auf ein festes und haltbares Eisen. Je geringer der Grad der Hitze ist, und je schwächer der Druck, bei welchem sich das körnige Gefüge des Eisens in ein sehniges verwandelt, desto weniger Festigkeit ist von dem Eisen zu erwarten.

Je weicher das Eisen ist, desto weniger eignet es sich zum Poliren, oder eine ganz gleichartige Fläche durch die Politur zu erhalten. Das zackigkörnige Eisen ist zum Poliren das anwendbarste; das weiche, kantigkörnige Eisen hingegen, welches leicht geneigt ist, eine kurz- und grobsehnige Textur anzunehmen, taugt zum Poliren am wenigsten. Das schlechteste kantigkörnige Eisen, welches nicht einmal fähig ist, Sehnen anzunehmen, kann zwar einen hohen, sogar den höchsten Grad von Politur erhalten; allein es läßt sich wegen seiner geringen Festigkeit nur zu wenigen Sachen anwenden. Auch das dichteste zackigkörnige Eisen hat indeß noch nicht frei von undichten Stellen dargestellt werden können. Die Ursache dieser Undichtigkeit, die sich besonders bei polirten Arbeiten sehr deutlich zu erkennen giebt, ist eine mechanische Beimengung von Eisenschlacke, welche bei dem Zusammenpressen des Eisens nicht vollständig entfernt wird. Kleine Undichtigkeiten oder Löcher, welche beim Poliren graue Flecken oder Streifen bilden, nennt man Aeschel oder Aschenlöcher; größere hingegen, die den Zusammenhang der einzelnen Lamellen oder Sehnen des Eisens theilweise aufheben, werden Schiefer genannt.

Ueber das specifische Gewicht des Stabeisens hat man sehr verschiedene Angaben. Es ist einleuchtend, daß theils die verschiedenartige Beschaffenheit des Eisens selbst, theils die Größe der Kraft, mit welcher die Theilchen des Eisens zusammengedrückt worden sind, auf die Dichtigkeit des Metalles einen wesentlichen Einfluß haben. Als eine mittlere Durchschnittszahl läßt sich 7,7 für das spec. Gew. des Stabeisens annehmen, obgleich dasselbe von 7,3614 bis zu 7,847 veränderlich gefunden worden ist. Diese Extreme müssen aber wohl durch besondere Umstände herbeigeführt worden seyn.

Die Grade der Härte des Stabeisens lassen sich, so verschieden sie auch sind, doch nicht genau angeben, weil es an einem Maaßstabe zur Vergleichung fehlt. Eisen, welches beim

Schlagen, Werfen u. s. f. sehr leicht Eindrücke annimmt, pflegt zwar gewöhnlich zähe und biegsam zu seyn, aber es ist nicht zu allen Arbeiten zu gebrauchen, und muß demjenigen Eisen nachgesetzt werden, welches neben der guten Eigenschaft der Festigkeit auch noch die einer größeren Härte besitzt. Das weiche und zähe Eisen, welches schon in nicht sehr dünnen Stäben eine langadrige Textur und lichtgefärbte Lamellen zeigt, deren Farbe das Mittel zwischen silberweiß und bleigrau hält, ist zwar von vorzüglicher Güte; allein es muß dem harten, zähen Eisen nachstehen, welches nur in den dünnsten Stäben ein silberweißes, adriges Gefüge bekommt. Das weiche Eisen hingegen, welches ein kurzsehniges Gefüge besitzt, und dessen Farbe auf der Bruchfläche das Mittel zwischen bleigrau und schwarzgrau hält, ist weich und mürbe, oder es besitzt neben der Weichheit keine Festigkeit, und gehört zu den schlechteren Eisensorten, welche sich bald abnutzen, und der äußeren Gewalt nur einen geringen Widerstand leisten. Bei allen Varietäten des Stabeisens ist es aber charakteristisch, daß sie, wenn sie im glühenden Zustande plötzlich im Wasser abgelöscht werden, keine bedeutend größere Härte erhalten.

Unter allen Metallen besitzt das Eisen die größte Festigkeit. Man ist indeß noch weit davon entfernt, irgend eine Zahl mit Zuverläßigkeit angeben zu können, welche die absolute Festigkeit des Eisens, nämlich die Kraft mit welcher es beim Zerreißen widersteht, ausdrückt. Nicht allein die verschiedenartige Beschaffenheit des Eisens, sondern auch die Behandlung desselben im Feuer, und noch mehr die zum Zusammenpressen der Eisentheilchen angewendete Kraft, folglich die Dimensionen zu denen es gebracht worden ist, haben einen entscheidenden Einfluß auf die Festigkeit. Daher ist, bei ganz gleichem Flächeninhalt des Querschnittes, das runde Eisen fester als ein Quadratstab, und die größte Festigkeit zeigt das Eisen in flachen Stäben, bei gleicher Größe des Querschnitts,

in sofern die Dicke des Stabes nicht größer ist, als der Halbmesser der Durchschnittsfläche des runden Eisens. Der Wahrheit ziemlich nahe kommend, wird man annehmen können, daß gutes Stabeisen, in Quadratstäben und auf die ursprüngliche (durch die ziehende oder reißende Kraft noch nicht ausgedehnte) Querschnittsfläche bezogen:

in Stäben von einem rheinländischen Zoll breit und dick, 58,000 Berliner Pfunde,

in Stäben von einem halben rheinländischen Zoll Breite und Dicke, 75,000 Berliner Pfunde,

in Stäben von einem viertel Zoll Breite und Dicke, und in noch geringeren Dimensionen, 90,000 bis 100,000 Berliner Pfunde und darüber,

auf eine Querschnittsfläche von einem rheinländischen Zoll berechnet, tragen kann, ehe es zerreißt. Die absolute Festigkeit des zu Drath ausgezogenen Eisens wird aber bedeutend größer seyn, als die des Stabeisens aus welchem er bereitet ward, wenn das zum Zerreißen erforderliche Gewicht auf eine Fläche von 1 rheinl. Quadratzoll bezogen wird. Nach angestellten Versuchen soll guter Eisendrath, bis zur größten Feinheit ausgezogen, über 130,000 Berliner Pfunde, auf 1 Quadratzoll Fläche berechnet, tragen können, ehe er reißt. Aber nach eben diesen Versuchen soll der ausgeglühete Drath kaum die Hälfte der Festigkeit besitzen, wie der nicht ausgeglühete.

Verhalten des Stabeisens in erhöheten Temperaturen. Der Einfluß der Wärme auf die Härte des Eisens giebt sich schon in nicht bedeutend erhöheten Temperaturen zu erkennen. Stabeisen welches sich in der gewöhnlichen Sommer-Temperatur als ein gutes und festes Eisen zeigt, hält das Werfen und Biegen bei starker Kälte nicht aus. — Eine andere Wirkung der erhöheten Temperatur ist die Ausdehnung des Eisens, welche, nach Davy's Versuchen, vom Gefrier- bis zum Siedepunkt des Wassers 0,00126, für die Länge ei-

nes Eisenstabes = 1, betragen soll. Nach Hällström beträgt die Ausdehnung von — 32° bis + 80° Reaumur 0,001814, und vom Gefrier- bis zum Siedepunkt des Wassers 0,001446. Andere Physiker haben die Ausdehnung bedeutend geringer gefunden. Für höhere Temperaturen werden die Angaben noch schwankender, und es ist noch nicht ermittelt, bis zu welchem Grade der Temperatur die Ausdehnnng stets gleichmäßig fortschreitet, auch nicht einmal, ob überhaupt ein solches regelmäßiges Fortschreiten statt findet. Aber eine merkwürdige Veränderung, welche das Eisen, in der Temperatur von 400° an erleidet, ist die Farbenveränderung seiner Oberfläche. Diese Veränderung ist bleibend, indem das Eisen nach dem Erkalten die Farbe behält, welche es bei der Erhitzung erhalten hatte. Man nennt dies Erscheinen der Farben auf der Oberfläche, das Anlaufen des Eisens, und läßt das Eisen, theils zur Zierde, theils zur Verminderung seiner Sprödigkeit, in manchen Fällen anlaufen. Je schöner die Oberfläche des Eisens polirt ist, desto schöner und deutlicher tritt die Farbe hervor, und je gleichartiger und dichter das Eisen ist, desto weniger wird der Farbengrund von unansehnlichen Stellen unterbrochen. Die Anlauffarben des Eisens kommen in gewissen, sehr bestimmten Wärmegraden zum Vorschein. Zuerst erhält die Oberfläche eine hellgelbe (stroh- und hafergelbe) Farbe, in einer Temperatur in welcher reines Zinn schmelzt (400°), alsdann wird die Farbe dunkelgelb oder goldfarbig (bei 420°), demnächst karmoisinroth (Wismuth schmelzt 450°), alsdann violett, welches durch das Purpurfarbene ins Dunkelblaue übergeht (Blei schmelzt; 540°). Diese dunkelblaue Farbe zieht sich durch das Lichtblaue ins Grüne, und alsdann tritt völlige Farbenlosigkeit ein (Zink schmelzt; 700°). Wird das Eisen einer noch stärkeren Hitze ausgesetzt, so kommen auf der farbenlosen Fläche dieselben Farben, in derselben Folge wie beim ersten Anlaufen, nämlich gelb, roth, violett,

lichtblau und grün, aber weniger lebhaft und schneller verschwindend, zum Vorschein, worauf sich zuletzt, und zwar kurz vor dem Glühen, eine dunkelblaue Farbe einfindet, welche die Oberfläche des Eisens, wenn man es in diesem Zustande aus der Hitze nimmt, mit einer matten Haut überzieht. Die Oxydation des Eisens giebt zwar zur Entstehung der Anlauffarben die Veranlassung; allein es läßt sich jetzt noch nicht erklären, wie durch die Oxydation solche gefärbte Häute entstehen können. Alle diese Farben sind jedoch wenig lebhaft, weshalb man sie, die dunkelblaue Farbe des ersten Anlaufes allein ausgenommen, nicht anzuwenden pflegt. Aber von dem blauen Anlauf macht man sehr oft bei Eisenarbeiten Gebrauch, denen man eine schön gefärbte Oberfläche geben, und welche man gegen das Rosten einigermaßen schützen will.

Wenn das Eisen in der Hitze alle Veränderungen, die sich äußerlich durch den Farbenwechsel zu erkennen geben, durchgegangen ist, fängt es bei anhaltender Hitze an, im Finstern zu leuchten oder zu glühen, und zwar zuerst mit brauner Farbe, welche immer lichter wird, und bald roth erscheint, so daß man das Glühen beim hellen Tageslicht sehen kann. Dies ist bei einem Grade der Hitze von etwa 1000° Fahrenheit. Wird das Eisen in diesem Zustande aus dem Feuer genommen, so läßt sich beim weichen Stabeisen keine bemerkbare Verschiedenheit auffinden, aber das harte Stabeisen ist durch die Erhitzung bis zum Rothglühen etwas weicher geworden. Weil sich mit der abnehmenden Härte auch die Sprödigkeit vermindert, so gewährt das Ausglühen des Eisens ein Mittel, demselben diejenige Sprödigkeit zu nehmen, welche eine Folge der durch kaltes Hämmern oder Walzen mitgetheilten Härte war. Aber das harte und von Natur spröde Eisen, kann seine Sprödigkeit durch das bloße Glühen nicht verlieren, weil die Sprödigkeit keine Folge der Härte allein gewesen ist. Bei verstärkter Hitze wird die lichtrothe Farbe immer heller, das Röthliche

verliert sich mehr, und macht der gelblichen Farbe Platz, welche ebenfalls immer lichter wird, bis das Eisen zuletzt eine blendend weiße Farbe erhält, oder sich in der Weißglühhitze befindet. So groß die Temperatur-Verschiedenheit vom Rothglühen bis zum **Weißglühen** (12800° Fahrenheit oder 90° Wedgw.) auch ist, so kennt man doch kein Mittel, die verschiedenen Grade der Hitze vom Roth- bis zum Weißglühen mit Genauigkeit zu messen, sondern man urtheilt nur nach den Nuancirungen der rothen und gelben Farben, die immer lichter werden, bis endlich die Weißglühhitze eintritt. In dieser hohen Temperatur ist das Stabeisen außerordentlich weich, und gegen alle Eindrücke empfänglich, allein die Grade der Weißglühhitze sind bedeutend verschieden, auch erfordern manche Eisenarten (die weichen) höhere Grade der Weißglühhitze zu ihrer Bearbeitung als andere. Eine noch größere Erhöhung der Temperatur bewirkt eine zunehmende Weichheit des Eisens, bis zuletzt ein wirklich flüssiger Zustand eintritt. Dazu bedarf es aber eines so hohen Hitzgrades, daß man das Eisen lange Zeit für unschmelzbar gehalten hat.

Weißglühendes Eisen läßt sich mit einem anderen Stück Eisen, welches sich ebenfalls im weißglühenden Zustande befindet, durch einen mechanischen Druck zu **einer** Masse vereinigen. Man nennt diese Art der Vereinigung das **Schweißen**. Die Schweißbarkeit ist bis jetzt, außer bei dem Eisen, nur bei dem Platin beobachtet worden, welches nicht allein in der Weißglühhitze, sondern, — wie **Wollaston** gezeigt, und dadurch das Platin erst zu einem nützlichen Metall für die menschliche Gesellschaft gemacht hat, — auch in der gewöhnlichen Temperatur, unter gewissen Umständen, mit Platin zusammengeschweißt werden kann. Der Schweißbarkeit des Eisens allein verdankt man die großen Vortheile, welche die Kunst der Eisenbearbeitung dem menschlichen Leben gewährt. Weil das Eisen erst in der Weißglühhitze schweißbar wird, so pflegt

man die Weißglühhitze auch wohl Schweißhitze zu nennen. Eisen, welches gar nicht, oder nur sehr schwer schweißt, ist immer ein schlechtes, unbrauchbares Eisen, wenn es auch sonst alle Eigenschaften eines guten Eisens besitzen sollte. Es giebt aber auch Eisen, welches vortrefflich schweißt, und welchem dabei andere zu einem guten Eisen erforderliche Eigenschaften abgehen; und endlich giebt es Eisen, welches in der Weißglühhitze zwar gut schweißt, und sich auch gut schmieden oder walzen läßt, welches aber bei abnehmender Temperatur, besonders wenn es anfängt, sich dem rothglühenden Zustande zu nähern, beim Schmieden und Bearbeiten Risse und Sprünge an den Kanten erhält. Dies Eisen nennt man rothbrüchig (auch wohl weiß- und heißbrüchig, wenn es den Fehler des Rothbruchs im höchsten Grade besitzt). Immer ist der Mangel an Schweißbarkeit die Ursache des Rothbruchs, welcher sich in einem geringen Grade dadurch äußert, daß das glühende Eisen unter dem Hammer unganz wird, d. h. daß es Schiefer bekommt, und sich spaltet, welche Schiefer und Spalten sich, durch erneuerte Hitze und durch abermalige Behandlung unter dem Hammer, mit der übrigen Masse des Eisens nicht mehr vereinigen lassen. Nach den verschiedenen Graden des Rothbruchs ist das rothbrüchige Eisen zur Bearbeitung im Feuer mehr oder weniger geeignet, obgleich es sich in der gewöhnlichen Temperatur als ein festes, weiches Eisen verhalten kann. Nicht gut ausgearbeitetes Eisen ist zwar auch brüchig in der Hitze; man nennt diese Brüchigkeit aber Rohbruch, weil das rohbrüchige Eisen auch zugleich kaltbrüchig ist. Das in der gewöhnlichen Temperatur leicht zersprengbare, oder das kaltbrüchige Eisen, läßt sich in der Regel gut schweißen, und nimmt die Schweißhitze sogar sehr bald an; es giebt aber auch roth und kaltbrüchiges Eisen, welches gehörig ausgefrischt, und daher nicht rohbrüchig zu nennen ist. Dies Eisen

ist von allen Stabeisenarten das schlechteste, und nur zu wenigen Zwecken noch anwendbar.

Sehr lange glaubte man, daß das Eisen, mit Beibehaltung seiner Natur und Eigenschaften, nicht geschmolzen werden könne. Dies ist aber in einem sehr hohen Grade der Temperatur allerdings möglich; allein die gänzliche Ausschließung aller Kohle und die Vermeidung des Luftzutrittes, also das Schmelzen in Thontiegeln unter einer Glasdecke, sind die nothwendigen Bedingungen dazu. Man giebt den Grad der Temperatur, bei welchem das Eisen flüssig wird und nach dem Erkalten alle seine Eigenschaften als Stabeisen behält, zu 158 bis 160 Graden Wedgw., oder zu 21 bis 22,000 Graden Fahrenheit an. Diese Angabe scheint indeß viel zu hoch zu seyn, indem alle Pyrometer sehr unzuverläßige Werkzeuge sind. So wichtig es übrigens in manchen Fällen seyn würde, sich des geschmolzenen Stabeisens zu bedienen, weil dasselbe den möglichst höchsten Grad der Dichtigkeit besitzen, und von allen Aschenflecken und Schiefern frei seyn würde; so scheint man noch weit davon entfernt zu seyn, von der Schmelzbarkeit des Stabeisens im Großen Gebrauch zu machen, theils weil die Schweißbarkeit des Eisens dasselbe zu jeder Anwendung geschickt macht, theils weil die zum Schmelzen des Stabeisens erforderliche außerordentlich hohe Temperatur, ein großes Hinderniß ist, und sehr bedeutende Unkosten veranlassen würde.

Eisen und Sauerstoff. In der gewöhnlichen Temperatur hat die Luft, wenn sie von Feuchtigkeit frei ist, keinen Einfluß auf das Eisen. Aber schon vor dem Rothglühen tritt die Verbindung des Eisens mit Sauerstoff ein, indem es nicht zu bezweifeln ist, daß die Anlauffarben auf diese Weise entstehen, denn wenn auch vor dem Rothglühen alle Farbe auf der Oberfläche des Eisens wieder verschwunden ist, ehe die Farben vom zweiten Anlauf zum Vorschein kommen, so fehlt

der Fläche doch das metallische Ansehen, und sie scheint wie mit einer grauen Hülle bekleidet. Diese graue Hülle sowohl, wie alle Anlauffarben, sind nur wie ein Hauch auf der Oberfläche des Eisens verbreitet, und entziehen sich daher der chemischen Untersuchung.

Findet aber zu dem schon wirklich glühenden Eisen ein Luftzutritt statt; so überzieht sich die Oberfläche desselben mit einer schwarzen Decke, die immer stärker wird, sich nach und abblättert, und so lange abfällt, und immer wieder entsteht, bis das Eisen gänzlich darin verwandelt ist. Diese Decke heißt Glühspan, Hammerschlag oder Schmiedesinter. In geringeren Hitzgraden entsteht zwar kein so häufiger und so starker Glühspan, als in starker Glühhitze; allein jener Glühspan ist feiner, fällt nicht so leicht ab, macht tiefere Gruben im Eisen, und erhält zuletzt, wenn er einige Zeit, ohne abzufallen, ruhig liegen bleiben kann, eine dunkelbraune Farbe, die immer heller, und endlich lichte braunroth wird. Das unter Hämmern bearbeitete Stabeisen bekommt keinen rothen Ueberzug, auch wenn es in abnehmenden Temperaturen lange geschmiedet wird, weil der entstehende Glühspan durch die Erschütterungen des Hammers immer wieder abfällt; allein das gewalzte Eisen überzieht sich leicht mit einem rothen Ueberzuge, der das Eisen unansehnlich macht. Durch schnelle Arbeit, bei welcher das Walzen in einer nicht zu sehr gesunkenen Temperatur geschieht, läßt sich die Bildung des rothen Oxyds ziemlich verhindern.

Das unter der Glühspandecke befindliche Eisen hat zwar, bei einer schnellen Erhitzung, in seiner Beschaffenheit nichts verloren, sondern besitzt noch dieselben Eigenschaften die es vor dem Glühen hatte, wenn es vom Glühspan gereinigt ist; allein eine lange anhaltende Glühhitze, bei welcher die Luft Zutritt zu dem glühenden Eisen hat, scheint doch eine sehr nachtheilige Wirkung auf die Beschaffenheit desselben zu äußern.

Abgesehen davon, daß es durch den entstehenden Glühspan sehr starken Gewichtsverlust oder Abbrand erleidet, findet man, daß es nach dem Erkalten von seiner Zähigkeit bedeutend verloren, und sich den Eigenschaften des weichen und mürben Eisens genähert hat. Dieser Veränderung ist das weiche Stabeisen früher als das härtere ausgesetzt. Wenn man aber ein solches überwärmtes oder verbranntes Eisen (welches vor dem Glühen alle Eigenschaften eines guten Eisens zeigte, und nur durch das Glühen mürbe geworden ist), auf die Weise in Weißglühhitze versetzt, daß aller Luftzutritt vermieden wird (in guter flüssiger Schlacke, statt deren auch eine reine Glasdecke genommen werden könnte); so bekommt es nach dem Erkalten wieder alle Eigenschaften des guten Eisens. Weil indeß die Erzeugung und die Verarbeitung des Stabeisens ohne Zutritt der Luft zu den Arbeitsräumen nicht geschehen kann; so muß man die unmittelbare Einwirkung des Luftstroms auf das glühende Eisen möglichst zu verhüten suchen. In den gewöhnlichen Frisch- und Schmiedeheerden geschieht dies theils durch den schmelzenden Glühspan (Hammerschlacke) selbst, theils durch Bestreuen des Eisens mit Sand und Schlacke (Schweißsand), auch wohl mit Thon, welcher dazu indeß nicht immer zu empfehlen ist. Es bildet sich dadurch eine flüssige Schlacke, die das glühende Eisen umgiebt. Dennoch ist es nicht möglich, den Luftstrom ganz vollkommen abzuhalten, weshalb es nothwendig ist, die Nachtheile welche die sogenannten trocknen Hitzen hervorbringen, durch schnelle und starke Hitze möglichst zu vermindern. Oft leistet auch die Kohle den Dienst einer Decke gegen die andringende Luft. Eisen, welches durch anhaltendes trocknes Glühen an seiner Güte verloren hat, verliert seine Sprödigkeit und seine Mürbheit, wenn es, vollkommen mit Kohlen bedeckt, geglühet wird. Niemals kann aber die Kohle das Eisen gegen den Luftstrom so vollkommen schützen, als die fließende Schlacke, weshalb man sich auch ge-

wöhnlich der saftigen Schweißhitzen bedient, um das Eisen nicht zu verbrennen. Es ist schwer, den Grund der Veränderungen anzugeben, welche das Eisen durch die trocknen Schweißhitzen erleidet. Die gelben und blauen Flächen, welche das verbrannte Eisen auf dem frischen Bruche zeigt, haben ganz die Farbe, welche die Oberfläche des Eisens beim Anlaufen in dem zweiten Anlaufhitzgrade zu bekommen pflegt. Daß das verbrannte Eisen, wenn es sonst von guter Beschaffenheit war, durch das bloße Ausschweißen in saftigen Schweißhitzen wieder seine früheren Eigenschaften erlangt, und daß alles Stabeisen, welches der heftigsten Schweißhitze lange Zeit unter einer Glas- oder Schlackendecke (welche allen Luftzutritt gänzlich verhinderte) ausgesetzt war, nichts von seiner Eigenschaft verliert, sondern nur dann verbrennt, wenn die lockere Glühspanrinde nicht zum Schmelzen kommt, folglich eben so wenig wie jeder andere lockere Körper die Luft vollständig abhalten kann, — diese Erfahrungen scheinen darauf hinzudeuten, daß die schlechte Beschaffenheit des verbrannten Eisens eine Folge von den Veränderungen ist, welche das Gefüge durch lange anhaltendes Glühen erleidet, mit welcher Veränderung eine Oxydation der Oberflächen der sich bildenden Facetten verbunden ist. Daraus würden sich die verminderte Festigkeit des verbrannten Eisens, die veränderte Farbe desselben, und die Ursache erklären lassen, warum das verbrannte Eisen nur durch sehr starke saftige Schweißhitzen und durch einen darauf folgenden mechanischen Druck, wieder verbessert werden kann.

Der Glühspan ist kein gleichartig zusammengesetzter Körper, sondern er besteht aus parallel über einander liegenden Schichten, von denen die äußere mehr Sauerstoff enthält, als die innere, der reguliniſchen Eisenmasse zugekehrte Schicht. In beiden Schichten ist aber das Verhältniß des Sauerstoffs zum Eisen nicht gleich bleibend, sondern die Sauerstoffmenge nimmt in beiden in dem Verhältniß zu, als das Eisen der Glühhitze

unter Luftzutritt längere Zeit ausgesetzt bleibt, und die Glühspanrinde dicker wird. Die Dicke der Glühspanrinde hat daher einen wesentlichen Einfluß auf ihre Zusammensetzung. Ein in schneller und starker Hitze gebildeter Glühspan wird ganz anders zusammengesetzt seyn können, als derjenige, welcher in schwacher und langsam wirkender Hitze erzeugt worden ist. Auch wird es von großem Einfluß auf die Zusammensetzung seyn, ob die Glühhitze ununterbrochen, oder ob sie periodenweise auf das sich oxydirende Eisen gewirkt hat. Die Zunahme des Sauerstoffgehaltes in der äußeren Rinde des Glühspans ist eine nothwendige Folge der Einwirkung des Sauerstoffs auf das glühende Oxyd, welches sich ursprünglich bildete, und woraus wahrscheinlich die ganz dünnen Blättchen von Hammerschlag bestehen, welche noch keine weitere Veränderung erlitten haben. Woraus aber dieser, ursprünglich sich bildende und durch die weitere Einwirkung der atmosphärischen Luft in der Glühhitze noch nicht veränderte Glühspan zusammengesetzt ist, darüber weiß man nichts weiter, als daß dies Oxyd kein Oxydul, sondern ein aus Oxydul und Oxyd zusammengesetztes oxydirtes Eisen ist. Sehr wahrscheinlich ist es, daß der ursprünglich sich bildende Glühspan aus einem ganz eigenthümlichen Oxydul-Oxyd besteht, welches in der Natur bisher noch nicht angetroffen worden ist. Der Glühspan erfordert eine sehr starke Hitze zum Schmelzen; aber er schmelzt leicht, wenn er auf irgend eine Weise mit Kieselerde in Berührung kommt, und bildet dann ein Eisenoxydul-Silikat, welches unter dem Namen der Hammerschlacke, Frischschlacke, Eisenschlacke bekannt ist, und dessen Zusammensetzung überaus verschieden seyn kann. Wird der Glühspan unter fortdauerndem Luftzutritt in einer anhaltenden Glühhitze lange erhalten, und dabei oft umgerührt, so verwandelt er sich nach und nach in ein dunkelbraunes, hellbraunes, und endlich in ein bräunlichrothes Pulver, oder in Eisenoxyd, welches keinen Sauerstoff weiter

aufnimmt, sondern in der stärksten Weißglühhitze wieder einen Theil Sauerstoff entläßt, und sich in Oxydul-Oxyd umändert.

Die bekannte niedrigste Oxydationsstufe des Eisens, oder das Eisenoxydul, ist bis jetzt noch niemals in einem freien und ungebundenen Zustande in der Natur angetroffen worden. Es besteht bekanntlich aus 77,23 Eisen und 22,77 Sauerstoff, oder 100 Theile reguliniſches Eisen verbinden sich mit 29,47 Theilen Sauerstoff, um das Oxydul zu bilden. — Das rothe Oxyd besteht aus 69,34 Eisen und 30,66 Sauerstoff; oder 100 Theile Eisen vereinigen sich mit 44,25 Sauerstoff zum Eisenoxyd. Das in der Natur vorkommende Eisenoxydul-Oxyd betrachtet man jetzt allgemein nicht für eine besondere Oxydationsstufe, sondern man hält dafür, daß dasselbe (der Magnet-Eisenstein) aus 1 Mischungsgewicht Oxydul und 2 Mischungsgewichten Oxyd zusammengesetzt sey, indem es in 100 Theilen aus 71,785 Eisen und 28,215 Sauerstoff besteht. 100 Theile Eisen sind folglich im Magnet-Eisenstein mit 39,3 Theilen Sauerstoff vereinigt. Der Hammerschlag hat ohne Zweifel gar keine bestimmte Zusammensetzung, indeß scheint es, daß der ursprünglich sich bildende Glühspan ein eigenthümliches Oxyd ist, welches man sich, als aus 2 Mischungsgewichten Oxydul und 1 Mischungsgewicht Oxyd zusammengesetzt vorstellen kann, indem es in 100 Theilen aus 74,6 Eisen und 25,4 Sauerstoff besteht, so daß 100 Theile Eisen 34,39 Theile Sauerstoff aufnehmen, um sich in Glühspan umzuändern, der durch die fortdauernde Einwirkung der Luft in der Glühhitze, auf mannigfache Weise in seiner Mischung verändert wird.

Rosten des Eisens. Weder das reine, von aller Luft befreite Wasser, noch die trockne Luft in der gewöhnlichen Temperatur, haben eine Wirkung auf das Eisen. Wohl aber zersetzt das Eisen das Wasser, und oxydirt sich (rostet) unter Entwickelung von Wasserstoffgas, schon in der gewöhnlichen Temperatur, wenn es der Einwirkung der feuchten Luft, oder des

von Luft nicht befreiten Wassers ausgesetzt wird. Man hat gefunden, daß die eigentliche Ursache der Wasserzersetzung, in der Anwesenheit der Kohlensäure im Wasser, oder in der feuchten Luft zu suchen ist. Dem Zersetzungsprozeß wird daher Einhalt gethan, wenn man die Kohlensäure entfernt. Ein Zusatz von einer geringen Menge Kalkwasser, oder von gebrannter Magnesia, verhindert daher die Wasserzersetzung, weil die Kohlensäure absorbirt wird. Deshalb lassen sich feine Stahlwaaren auch gegen das Rosten und Anlaufen schützen, wenn man sie in ein Tuch von Leinewand oder Baumwolle wickelt, welches vorher in Kalkwasser getaucht, und dann wieder getrocknet worden ist.

Eisen und Schwefel. Die Verbindungen des Eisens mit Schwefel sind immer sehr unwillkommene Begleiter der Eisenerze, weil sich der Schwefel durch das Rösten der Erze und durch das darauf folgende Verschmelzen derselben, niemals vollständig entfernen läßt. Eine starke Verunreinigung mit Schwefeleisen, kann die Erze daher zur Eisenbereitung ganz unanwendbar machen. Die Wirkung des Schwefels auf das Eisen ist nach allen Erfahrungen so groß, daß selbst ein durch die Analyse kaum aufzufindender Gehalt von Schwefel im Eisen, das Eisen rothbrüchig macht. Ein sehr geringer Grad von Rothbruch ist zwar nicht sehr nachtheilig, weil das rothbrüchige Eisen gewöhnlich ein weiches und festes Eisen zu seyn pflegt; aber durch höhere Grade des Rothbruchs wird das Eisen zu jeder Verarbeitung untauglich und unbrauchbar. Welches das Minimum des Schwefelgehaltes ist, bei welchem dem Eisen die nachtheiligen Eigenschaften des Rothbruchs noch nicht in einem bemerkbaren Grade mitgetheilt werden, läßt sich jetzt noch nicht bestimmen, weil ein überaus geringer Gehalt von Schwefel dem Eisen schon den Fehler des Rothbruchs mittheilt. Ich habe Stabeisen untersucht, welches durch Schwefel in einem so ausgezeichneten Grade rothbrüchig geworden war, daß

es in der Weißglühhitze zwar noch etwas unter dem Hammer zusammen hielt, aber bei eintretendem Rothglühen so viele und tief in die Eisenmasse eindringenden Kantenbrüche bekam, daß es nicht möglich war, es völlig auszuschmieden. Die Schweißbarkeit schien dieses Stabeisen ganz verloren zu haben. In diesem überaus rothbrüchigen Eisen ergab die Analyse nur einen Schwefelgehalt von 0,03375 Prozent, oder es fanden sich in 100,000 Theilen Eisen noch nicht völlig 34 Theile Schwefel. In einem anderen, übrigens festen und guten Stabeisen, welches aber wegen seiner verminderten Schweißbarkeit und wegen der Neigung zu Kantenbrüchen, für rothbrüchiges Eisen gehalten werden mußte, konnten durch die Analyse nur 0,01 Prozent Schwefel, oder in 100,000 Theilen Eisen nur 10 Theile Schwefel aufgefunden werden.

Eisen und Phosphor. Phosphoreisen ist bis jetzt in der Natur noch nicht gefunden worden. Aber die künstlichen Verbindungen des Phosphors mit dem Eisen entstehen, zum Nachtheil für den Eisenhüttenmann, durch das Verschmelzen der Phosphorsäure haltenden Eisenerze. Die Asche der Holzkohlen, welche als Brennmaterial dienen, und sehr viele Eisenerze, enthalten Beimengungen von phosphorsauren Eisenverbindungen, welche beim Verschmelzen zu Phosphoreisen reducirt werden, und sich dann mit dem übrigen Eisen verbinden. Daher wird der Phosphor in allem Eisen, und zwar in höchst verschiedenen Verhältnissen angetroffen. Eisen welches Phosphor enthält, läßt sich gut schweißen, nimmt auch schneller die Schweißhitze an, als jedes andere Eisen, verhält sich in allen Hitzgraden wie gutes, aber sehr weiches Eisen, und verbreitet glühend weder einen Dampf, noch einen Geruch; aber nach dem Erkalten zeigt es eine geringe Festigkeit, und ist kaltbrüchig. Zwar können auch andere Körper den Kaltbruch des Eisens bewirken, allein der Phosphor ist unbezweifelt am häufigsten und gewöhnlichsten die Ursache desselben.

Wie groß die Menge des Phosphor im Eisen seyn kann, ohne daß sich die kaltbrüchige Eigenschaft des Eisens in einem merklichen Grade äußert, hat sich durch Untersuchungen von durch Phosphorgehalt kaltbrüchigem Stabeisen ziemlich genau ergeben. Wenn so geringe Quantitäten Phosphor das Stabeisen in demselben Grade kaltbrüchig machten, als es durch den Schwefel rothbrüchig wird, so würden unsere jetzigen Prozesse nicht dazu führen können, ein festes und haltbares Eisen darzustellen. Ein Phosphorgehalt von 0,3 Prozent bringt noch keine auffallende Verminderung der Festigkeit des Eisens hervor. Selbst bei einem Phosphorgehalt von 0,5 Prozent hält das Stabeisen noch eine starke Schlagprobe aus. Erst bei einem Phosphorgehalt von 0,6 Prozent verträgt das Stabeisen die starken Schlagproben nicht mehr, hält aber die Proben des Biegens unter einem rechten Winkel, und des Werfens über dem Amboß, noch ziemlich gut aus. Der Phosphorgehalt des Eisens kann bis 0,66 Prozent steigen, ohne daß das Eisen durch diese Proben als kaltbrüchig erkannt würde. Erst bei einem Gehalt von 0,75 Prozent Phosphor wird die Abnahme der Festigkeit merklich, indem das Eisen die Probe des Biegens und Werfens nicht völlig mehr aushält. Bei einem Phosphorgehalt von 0,8 Prozent entsteht schon viel Bruch bei den Proben, und bei einem Gehalt von 1 Prozent Phosphor wollen die Stäbe das Biegen unter einem rechten Winkel nicht mehr aushalten. Steigt der Phosphorgehalt etwas über 1 Prozent, so wird das Eisen sehr brüchig, und kann nur noch zu wenigen Zwecken für anwendbar gehalten werden. Geringe Beimischungen von Phosphor sind in jedem Stabeisen anzutreffen, und es mögte kaum ein von allem Phosphorgehalt ganz freies Eisen gefunden werden. Aus Eisenerzen welche einer Beimengung von phosphorsauren Eisenverbindungen nicht verdächtig sind, pflegt so wenig Phosphor an das Roheisen zu treten, und aus diesem in das Stabeisen überzugehen, daß

dasselbe selten mehr als 0,05 Prozent Phosphor enthält. So geringe, und selbst bis zu 0,3 Prozent betragende Quantitäten Phosphor, scheinen das Eisen nur härter zu machen, ohne seine Festigkeit sehr zu vermindern.

Eisen und Alkalien. Der merkwürdige und bis jetzt noch ganz unaufgeklärte Einfluß, den das Ammoniackgas ausübt, wenn es über das rothglühende Eisen hinweggeleitet wird (Despretz; Ann. de Chim. et de Phys. Oct. 1829. p. 122) kann hier unerörtert bleiben, weil der Metallurg nicht in den Fall kommt, die Einwirkung des Ammoniack auf das Eisen zu erfahren.

Die fixen Alkalien äußern auf dem nassen Wege keinen Einfluß auf das Eisen, sondern sie verhindern vielmehr die Wasserzersetzung, folglich auch das Rosten des Eisens. In der Glühhitze werden Kali und Natron bekanntlich durch Eisen zerlegt, indem sich Kalium und Natrium bilden, und das Eisen oxydirt wird. Herr Hassenfratz hat gefunden (Journ. des mines. No. 136 p. 275) daß ein Flintenlauf, welcher zur Zersetzung des Kali gebraucht, und woraus eine große Menge Kalium dargestellt worden war, sich sehr gut schmieden ließ, und ein sehr weiches, durchaus nicht roth- oder kaltbrüchiges Eisen gab. Das bei Holzkohlen erblasene Roheisen enthält niemals Kalium, auch nicht die Schlacke welche bei der Roheisenerzeugung erhalten wird. Es scheint daher, daß das in der Asche der Kohlen befindliche Kali zwar wirklich zu Kalium reducirt wird, weil es sich sonst als Kali in der Schlacke finden müßte, daß das Kalium aber, unter den Verhältnissen wie sie im Schmelzraum des Ofens statt finden, mit dem Eisen nicht in Verbindung tritt, sondern sich im metallischen Zustande verflüchtigt, und beim Zutritt der Luft wieder in Kali umändert. Wenn sich aber auch auf diese Weise das Kali mit dem Eisen nicht verbindet, so wäre es doch möglich, eine Vereinigung des Kalium oder Natrium mit Eisen, beim Ver-

frischen des Roheisens in gewöhnlichen Frischheerden, zu bewerkstelligen. Man hat sich hier und dort wohl eines Zusatzes von Pottasche bedient, um das Phosphor haltende Roheisen beim Verfrischen in den Heerden zu verbessern, und will davon auch einen günstigen Erfolg erhalten haben. Um jedoch den Einfluß der Alkalien genügend kennen zu lernen, habe ich sie in Quantitäten von 5 bis 6 Prozent anwenden, und das Eisen während der ganzen Frischperiode mit reinem kohlensaurem Kali und kohlensaurem Natron bestreuen lassen. Das Eisen verlor nicht allein an Schweißbarkeit, sondern zeigte sich auch ungleich weniger haltbar, als ohne die alkalischen Zusätze. Obgleich in dem Eisen nur Spuren von Alkali, in nicht bestimmbarer Menge, aufgefunden werden konnten; so ließ es sich doch nicht bezweifeln, daß das starke Schiefern des Eisens und die geringe Festigkeit desselben, dem geringen Gehalt an Alkalimetallen zuzuschreiben sey. Daß ein solches Minimum eines Gehaltes von Alkalimetall dem Eisen schon nachtheilige Eigenschaften mittheilt, wird weniger befremden, wenn man erwägt, daß durch sehr geringe Beimischungen von anderen Körpern, ein ähnlicher Erfolg hervorgebracht wird. Für den Metallurgen hat indeß dies Verhalten der Alkalimetalle kaum einiges Interesse, weil niemals der Fall eintritt, Pottasche oder Soda in so großen Quantitäten mit dem Eisen in Berührung zu bringen, daß sie den Eigenschaften desselben nachtheilig werden könnten.

Eisen und Silicium. Man hält dafür, daß das Silicium dem Eisen keine, der Anwendung desselben nachtheiligen Eigenschaften mittheile, wenigstens der Festigkeit und Geschmeidigkeit desselben nicht hinderlich sey. In der That wirkt auch ein Zusatz von reinem Quarzsand zu dem Roheisen, in Frischheerden, durchaus nicht nachtheilig auf die Beschaffenheit des dargestellten Eisens. Wenn aber auch auf diese Weise keine Verunreinigung des Eisens mit Silicium zu befürchten ist, so

verbindet sich doch nicht wenig von diesem Metall mit dem Roheisen, denn es ist wohl kein, unmittelbar aus den Erzen erzeugtes Roheisen vorhanden, welches nicht Silicium enthielte. Beim Frischprozeß wird der Siliciumgehalt des Roheisens zwar größtentheils abgeschieden und verschlackt; wenn aber die Abscheidung nicht vollständig erfolgt ist, so äußert der Rückhalt an Silicium einen nachtheiligen Einfluß auf die Beschaffenheit des Stabeisens, welches dadurch hart und mürbe wird. Ein Siliciumgehalt des Stabeisens von 0,37 Prozent ist hinreichend, die Festigkeit desselben ungemein zu vermindern. Mehrfache Analysen von faulbrüchigem Stabeisen haben ergeben, daß ein Siliciumgehalt die einzige Ursache der verminderten Festigkeit des Eisens gewesen ist. Das Silicium vermindert die Festigkeit des Eisens in einem ungleich höheren Grade als der Phosphor.

Eisen und Aluminium. Ob sich das Aluminium bei den gewöhnlichen Eisenbereitungsprozessen mit dem Eisen verbindet, ist noch sehr zweifelhaft. Wird dem Roheisen im Frischheerde ein Zusatz von Thon gegeben, so reducirt sich die Thonerde nicht, und das dargestellte Stabeisen enthält kein Aluminium. Aber auch in dem Roheisen, welches aus Erzen erzeugt wird, die mit Thonerde vermengt oder beschickt sind, finden sich nur Spuren von Aluminium, welche in das Stabeisen überzugehen scheinen. Die stärksten Spuren von Thonerde finden sich bei der Analyse des faulbrüchigen Stabeisens, so daß das Aluminium, wenn es sich mit dem Eisen verbindet, die Festigkeit desselben vermindert.

Eisen und Kalcium. Das Kalcium scheint, in seinem Verhalten zum Eisen, mit den Metallen der Alkalien sehr überein zu stimmen. Es wird nämlich die Kalkerde, eben so wie die Alkalien, in einer sehr hohen Temperatur durch das Eisen zersetzt, ohne daß das entstehende Kalcium eine große Verbindungsfähigkeit mit dem Eisen zeigt. Frischversuche mit Zusät=

zen von Marmor haben gezeigt, daß die Festigkeit des dargestellten Stabeisens durch Kalkzusätze nicht allein nicht vermindert, sondern sogar erhöhet wird. Allein weit entfernt, aus diesem Erfolge auf einen günstigen Einfluß des Kalcium auf die Festigkeit des Eisens zu schließen, ergab sich vielmehr, daß das Eisen keine Spur von Kalcium enthielt, und daß die Wirkung der Kalkerde nur darin bestanden haben konnte, den geringen Phosphorgehalt des Eisens noch mehr zu vermindern. — Aber bei anderen Frischprozessen, bei welchen der Marmor in großer Menge angewendet, und während der ganzen Dauer der eigentlichen Frischarbeit zugesetzt ward, zeigte sich eine Abnahme der Festigkeit des Eisens, welche sich durch die Verminderung der Schweißbarkeit und durch das Aufspalten der Stäbe unter dem Hammer zu erkennen gab. Das Eisen wird dabei weder roth- noch kaltbrüchig, aber der Zusammenhang der Theile wird durch den Mangel an Schweißbarkeit theilweise aufgehoben, so daß durch starke Kalkzusätze beim Verfrischen des Roheisens in Heerden, zur Entstehung von hadrigem Eisen Anlaß gegeben wird. In einem solchen, durch zu starke Kalkzuschläge hadrig gewordenen Eisen, wurden 0,245 Prozent Kalkerde, also 0,1774 Prozent Kalcium aufgefunden, und diese geringe Beimischung von Kalcium ist schon hinreichend, den Zusammenhang der Theile des Eisens bedeutend zu vermindern.

Eisen und Gold. Es scheint daß sich das Gold in allen Verhältnissen mit dem Eisen verbindet, aber es ist nicht bekannt, ob das Gold dem Eisen nachtheilige Eigenschaften mittheilt. 8—9 Prozent Eisen sollen die Zähigkeit des Goldes nicht vermindern.

Eisen und Silber. So getheilt auch die Meinungen der Metallurgen und der Chemiker über die Quantität des Silbers sind, welche das Eisen aufzunehmen vermag; so stimmen sie doch darin überein, daß das Silber dem Eisen keine

nachtheiligen Eigenschaften mittheilt. Versuche die ich mit einem Zusatz von 1½ Prozent ganz feinem Silber zu dem zu verfrischenden Roheisen habe anstellen lassen, haben ergeben, daß das Silber sehr nachtheilig auf die Beschaffenheit des Eisens wirkt. Das Eisen verhält sich ganz wie rothbrüchiges Eisen, und bekommt außerdem, wegen Mangel an Schweißbarkeit, sehr viele Schiefer. Das dargestellte rothbrüchige Eisen, welches von einem Schwefelgehalt ganz frei war, enthielt 0,034 Procent Silber, oder in 100,000 Theilen nur 34 Theile Silber. Dies Metall zeigt also dieselbe Wirkung auf das Eisen, wie der Schwefel, wenn gleich in einem etwas geringeren Grade. Wenn schon der äußerst geringe Silbergehalt des Eisens von 0,034 Prozent, die Festigkeit dieses Metalles in einem hohen Grade vermindert, so ist zu erwarten, daß ein größerer Silbergehalt eine noch größere Abnahme der Festigkeit des Eisens herbeiführen wird.

Eisen und Kupfer. Das Eisen scheint nur sehr geringe Quantitäten Kupfer aufnehmen zu können, so wie sich umgekehrt das Kupfer nur mit sehr geringen Quantitäten Eisen zu verbinden scheint. So schwankend die Meinungen über das Maximum des Kupfergehaltes sind, mit welchem das Eisen verbunden werden kann, eben so verschieden sind auch die Urtheile über den Einfluß des Kupfers auf das Eisen. Die mehrsten praktischen Metallurgen vereinigen sich dahin, daß das Kupfer das Eisen rothbrüchig mache, und daß schon ein geringes Quantum Kupfer, welches dem unvorsichtigen Frischer von der kupfernen Form abbrenne, alles im Frischheerde befindliche Eisen verderbe. Frischversuche die ich mit einem Zusatz von ½ und von 1 Prozent Kupfer zum Roheisen im Frischheerde habe anstellen lassen, ergaben, daß durch einen Kupferzusatz von 1 Prozent die Schweißbarkeit des Stabeisens ansehnlich vermindert ward. Das Stabeisen hatte 0,286 Prozent Kupfer aufgenommen. Dies Metall wirkt also auf

die Festigkeit des Eisens zwar nicht in einem so hohen Grade nachtheilig, als man gewöhnlich annimmt, aber doch in einem höheren Grade als der Phosphor.

Eisen und Blei. Beide Metalle scheinen sich gar nicht mit einander zu verbinden; auch haben Frischversuche, mit einem Zusatz von Blei und Glätte zum Roheisen, niemals einen nachtheiligen Einfluß auf die Beschaffenheit des erhaltenen Stabeisens bemerken lassen.

Eisen und Zinn. Frischversuche im Großen, mit einem Zusatz von 1 Prozent reinem Zinn zum Roheisen, haben ergeben, daß das Zinn das Eisen zwar nicht eigentlich rothbrüchig macht, indem es sich sehr gut schmieden läßt, obgleich es im weißglühenden Zustande stets weiße Dämpfe ausstößt, die sich als ein weißer Beschlag am Hammer und am Amboß anlegen; daß das Eisen aber in starker Hitze unter dem Hammer leicht auseinander fährt, daß es an Schweißbarkeit sehr verliert, und besonders daß es in einem hohen Grade kaltbrüchig wird. Dies völlig unbrauchbar gewordene Stabeisen hatte nur 0,19 Prozent Zinn aufgenommen, woraus hervorgeht, daß das Zinn die Festigkeit des Eisens in einem hohen Grade vermindert.

Eisen und Zink. Sehr häufig werden zinkhaltige Eisenerze verschmolzen. Der größte Theil des Zinkgehaltes verflüchtigt sich, wird auf der Gicht wieder in Oxyd umgewandelt, und in Dämpfen verjagt, wie die Farbe der Gichtflamme und das Rauchen der Hohöfen beweisen, welche zinkhaltige Erze verschmelzen. Ein Theil der Dämpfe schlägt sich aber in der oberen Gegend des Schachtes, als ein Gemenge von Zinkoxyd und von regulinischem Zink, wegen der dort statt findenden Abkühlung, nieder, füttert den Schacht einige Fuß tief ringförmig aus, und bildet den sogenannten Ofenbruch, der nicht selten auch Körner von regulinischem Blei enthält. Durch dies Ansetzen des Ofenbruchs werden die Schächte auf

der Gicht nach und nach so verengt, daß man den Ansatz von Zeit zu Zeit losbrechen muß. Die Erfahrung, daß der Hohofen in seinem Gange gestört wird, und schlechtes Roheisen liefert, wenn beim Ausbrechen des Ofenbruchs zu viel davon in den Ofen fällt, sollte zwar auf eine Verbindung des Eisens mit Zink, und auf die nachtheiligen Wirkungen des letzteren schließen lassen; allein es ist durch Versuche und Erfahrungen erwiesen, daß der üble Einfluß den der Ofenbruch auf den Gang des Ofens ausübt, nur von der Abkühlung herrührt, welche durch die Verflüchtigung des zwischen den glühenden Kohlen sich wieder reducirenden Ofenbruchs bewirkt wird. Daß sich das Zink mit wenig Eisen verbindet, ist gar nicht zu bezweifeln; aber es scheint nicht, daß das Roheisen eine bemerkbare Quantität Zink aufnimmt, und noch weniger daß das in dem Roheisen etwa befindliche Zink, bei dem Frischprozeß in das Stabeisen übergeht. Wenigstens war in dem Stabeisen keine Spur von Zink zu finden, welches aus Roheisen gefrischt worden war, das man durch Verschmelzung von sehr zinkhaltigen Eisenerzen erhalten hatte. Eben so wenig äußerte ein Zusatz von Zinkoxyd und von regulinischem Zink zu dem Roheisen im Frischheerde, den geringsten Einfluß auf die Beschaffenheit des dargestellten Stabeisens, so daß man von dem Zink keine nachtheilige Einwirkungen auf das Eisen befürchten darf.

Eisen und Wismuth. Ein Zusatz von 1 Prozent Wismuth zu dem zu verfrischenden Roheisen, äußerte gar keinen Einfluß auf das dargestellte Stabeisen, dessen Wismuthgehalt zu 0,081 Prozent gefunden ward. Dieser Versuch zeigt, daß sich 100,000 Theile Eisen mit 81 Theilen Wismuth verbinden, ohne daß dadurch ein nachtheiliger Einfluß auf die Festigkeit des Stabeisens veranlaßt wird. Ob größere Beimischungen der Festigkeit des Eisens nachtheilig sind, ist noch nicht ausgemittelt.

Eisen und Antimon. Ein Zusatz von 1 Prozent Antimon zu dem zu verfrischenden Roheisen im Frischheerde, äußert sich sehr nachtheilig auf die Güte des Stabeisens. In der Schweißhitze stößt das Eisen ununterbrochen grauweiße Dämpfe aus, und verhält sich nicht allein rothbrüchig, sondern auch sehr kaltbrüchig. Die Schweißbarkeit geht dabei in einem hohen Grade verloren. Der Antimongehalt des Stabeisens betrug nur 0,23 Prozent, oder es befanden sich in 100,000 Theilen Eisen, 230 Theile Antimon. In einem anderen, sehr kaltbrüchigen Stabeisen, wurden 0,114 Prozent Antimon gefunden.

Eisen und Arsenik. Wenig Arsenik soll dem Eisen, wie Bergman angiebt, keine nachtheiligen Eigenschaften mittheilen, und es weder roth- noch kaltbrüchig machen. Durch Glühen läßt sich das Arsenik nicht gänzlich von dem Eisen trennen, eben so wenig durch wiederholtes Schmelzen mit Kohlenstaub. Rinman erinnert dagegen, daß das Eisen seine Geschmeidigkeit verliere, wenn ihm auch nur wenig Arsenik zugesetzt werde. Eigene Erfahrungen haben ergeben, daß das Arsenik dem Roheisen im Frischheerde zugesetzt werden kann, ohne daß das Stabeisen fehlerhafte Eigenschaften erhält. Allein das Eisen fand sich auch ganz frei von Arsenik, welches daher gänzlich verflüchtigt worden zu seyn scheint. Wird aber das Arsenik mit dem Eisen im Tiegel zusammengeschmolzen, so kann ein Arsenikgehalt von nur 1,6 Prozent die Dehnbarkeit und Geschmeidigkeit des Eisens gänzlich zerstören. Es ist daher zu befürchten, daß Arsenik haltende Eisenerze, im Hohofen verschmolzen, einen Theil ihres Arsenikgehaltes an das Eisen abgeben werden, und daß eine ganz geringe Beimischung von Arsenik schon überaus nachtheilig auf die Festigkeit des Eisens wirken wird.

Eisen und Titan. Das Titan scheint der Güte des Eisens nicht nachtheilig zu seyn, sondern dasselbe härter, fester,

und der Abnutzung mehr widerstehend zu machen. Das Titan erfordert eine höhere Temperatur, um sich aus dem Oxyd durch Kohle zu reduciren, als das Eisen, und eine noch viel höhere Temperatur, um nach erfolgter Reduktion zu schmelzen. Deshalb wird der größte Theil des Titanoxyds im Hohenofen verschlackt. Außerdem scheint das reguliniſche Titan nur eine geringe Verbindungsfähigkeit mit dem Eisen zu besitzen. Seitdem Herr Wollaston gezeigt hat, daß das Titan, unter gewissen Umständen, im Gestell der Hohenöfen krystallinisch, in kupferrothen Würfeln gebildet wird, hat man dies Metall auf vielen Hüttenwerken im Hohenofengestell gefunden. Daß sich das Titan aber nicht leicht mit dem Eisen verbindet, geht daraus hervor, daß es sichtbar in rothen Körnchen im Roheisen eingesprengt, angetroffen wird, und daß das Roheisen, welches diese sichtbare Beimengung nicht enthält, nur einen höchst unbedeutenden Titangehalt zeigt, welcher beim Verfrischen zum Theil abgeschieden wird, zum Theil mit dem Stabeisen vereinigt bleibt.

Eisen und Mangan. Das Mangan ist ein sehr häufiger, fast gewöhnlicher Begleiter des Eisens. Es theilt demselben mehr Härte mit, ohne seiner Festigkeit nachtheilig zu seyn, wenn es sich nur in geringen Quantitäten mit dem Eisen verbunden befindet. Der größte Mangangehalt des Stabeisens den ich jemals aufgefunden habe, betrug 1,85 Prozent, und das Stabeisen verhielt sich ganz tadellos. Obgleich die größere oder geringere Härte des Eisens in manchen Fällen von dem Mangangehalt desselben herrühren kann; so sind Geschmeidigkeit und Sprödigkeit doch von der Härte unabhängig, und werden, bei reinem Eisen, bloß durch den Kohlegehalt bestimmt. Das Stabeisen kann eben so viel, und mehr Mangan enthalten als der Stahl, und es kann Stahl geben, der keine Spur von Mangan enthält; aber das manganhaltige Stabeisen und der manganhaltige Stahl werden sich härter

verhalten, als die Eisen- und Stahlarten, welche kein Mangan enthalten. Niemals wird aber das Stabeisen durch einen Mangangehalt eine stahlartige Härte bekommen, sondern die stahlartige Beschaffenheit ist jederzeit von dem Kohlegehalt allein abhängig. Die Härte des Stahls wird durch einen Mangangehalt desselben zwar noch mehr erhöhet; es ist aber eine ganz bekannte Sache, daß die wegen ihrer Härte am mehrsten geschätzten Arten von Gußstahl, kaum eine Spur von Mangan enthalten. Daß die manganhaltigen Eisenerze vorzüglich geneigt sind, bei der Verarbeitung Stahl zu geben, ist nicht dem Mangangehalt der in das Eisen übergeht, sondern der Leichtflüssigkeit des gar nicht zur Reduction gelangenden oxydirten Mangans zuzuschreiben, welches mit der Kieselerde zu einem Silikat zusammentritt, und sich verschlackt. Will man daher die manganhaltigen Eisenerze, Stahlerze nennen, so muß man sich nur erinnern, daß das Mangan an sich, dem Eisen niemals stahlartige Eigenschaften mittheilen kann, sondern daß es nur die Härte desselben etwas erhöhet.

Eisen und Kohle.

Unter allen Verbindungen des Eisens mit anderen Körpern, ist die mit der Kohle die wichtigste für den Metallurgen. Man kann sagen, daß die ganze Metallurgie des Eisens in der Kenntniß besteht, entweder das Eisen auf eine zweckmäßige Weise mit dem Kohlenmetall zu verbinden, oder die bestehende Verbindung beider Metalle wieder aufzuheben. Es scheint, daß außer dem Eisen nur das Mangan und das Kupfer die Eigenschaft besitzen, sich mit geringen Quantitäten Kohle zu vereinigen.

Die Legirung des Eisens mit Kohle muß, wie sich leicht erwarten läßt, andere Eigenschaften besitzen, als das reine Eisen. Es giebt aber andere einfache Körper, z. B. Schwefel, Arsenik, Antimon, welche die physikalischen Eigenschaften des

Eisens ungleich auffallender verändern, als die Kohle, wenn sie dem Eisen in eben so großen Quantitäten beigemischt sind.

Abgesehen von den Verbindungen des Eisens mit großen Quantitäten Kohle, welche der Chemiker künstlich hervorbringt, die aber für den Metallurgen gar kein unmittelbares Interesse besitzen, giebt es ein Maximum des Kohlegehaltes des Eisens, welches bei den metallurgischen Prozessen niemals überschritten, selten vollständig erreicht wird. Von diesem Maximo bis zu dem ganz kohlefreien Eisen wird jedes Verhältniß der Kohle zum Eisen angetroffen. Man pflegt aber zwei Hauptabtheilungen des Kohleeisens anzunehmen, von denen die eine diejenigen Verbindungen des Eisens mit Kohle in sich begreift, welche unter gewissen Umständen noch eine hinreichende Dehnbarkeit besitzen, um unter den Hämmern und Walzen ausgestreckt werden zu können; — die andere hingegen diejenigen Verbindungen, welchen diese Dehnbarkeit nicht mehr zukommt. Man nennt die erste Reihe von Verbindungen: Stahl, die zweite Reihe: Roheisen oder Gußeisen. Diese Eintheilung hat aber nur einen rein technischen Grund, indem sie sich wissenschaftlich gar nicht durchführen läßt. Von dem weichsten Stabeisen bis zu dem härtesten Stahl finden so unmerkbare Uebergänge statt, daß eine Gränze zwischen Stabeisen und Stahl nicht zu finden ist. Eben so ist zwischen dem Stahl und dem Roheisen kein plötzlicher Uebergang anzutreffen, sondern das physikalische Verhalten des Kohleeisens in verschiedenen Temperaturen, leitet ganz allein das oft sehr unsichere Urtheil. Im Allgemeinen kann man nur sagen, daß der Stahl weniger Kohle enthält als das Roheisen.

Von mehreren Körpern ist es schon jetzt wahrscheinlich geworden, daß sie Verbindungen mit einander bilden, welche ein sehr verschiedenartiges Verhalten zeigen, je nachdem sie aus dem Zustande der Flüssigkeit, oder auch nur nach statt gefundenem anhaltenden Glühen in angemessenen Graden der Hitze,

plötzlich oder langsam zum Erstarren gebracht oder abgekühlt werden (Karsten, Archiv für Mineral., Geogn., Bergb. und Hüttenkunde. II. 179). Bei der Verbindung des Eisens mit Kohle ist ein solches merkwürdiges Verhalten mit einer so großen Bestimmtheit nachgewiesen worden, daß es nicht mehr bezweifelt werden kann. Die Verbindungen dieser beiden Metalle besitzen nämlich die merkwürdige Eigenschaft, daß sie, bei einem plötzlichen Erstarren oder Erkalten, nach vorhergegangenem Schmelzen oder Glühen, weiße, harte und spröde Gemische bilden; wogegen ein langsames Erstarren oder Erkalten, graue, weiche und geschmeidige Verbindungen entstehen läßt. Dies Verhalten giebt ein gutes technisches Unterscheidungskennzeichen des Stahls vom Eisen ab. Man kann nämlich alles Eisen, welches so viel Kohle enthält, daß es nach dem plötzlichen Erkalten härter wird, ohne bedeutend an Festigkeit zu verlieren, Stahl nennen, obgleich es freilich auch Eisen mit einem geringen Kohlegehalt giebt, welches durch plötzliches Abkühlen eine größere Härte erlangt, ohne daß der Techniker es deshalb schon zu den weicheren Stahlarten rechnen würde. Die mit Festigkeit, also mit Geschmeidigkeit und Dehnbarkeit verbundene Härte, ist eine sehr schätzenswerthe Eigenschaft des Eisens, weil es durch eine größere Härte der Abnutzung stärker widersteht, weshalb man auch dem harten (stahlartigen) Eisen vor dem weichen den Vorzug giebt. Bei einem mehr zunehmenden Verhältniß der Kohle zum Eisen, vermehrt sich zwar die Härte, allein es vermindert sich die Festigkeit der Legirung, wenigstens nach einer statt gefundenen schnellen Abkühlung, weshalb man sich auch der Legirung des Eisens mit Kohle nur dann bedient, wenn es darauf ankommt, von der Härte nicht weniger als von der Festigkeit des Metalles Gebrauch zu machen. Der langsam erkaltete Stahl wird in den mehrsten Fällen das reine Eisen vollkommen ersetzen können; aber niemals wird das Eisen ohne Kohle, oder mit einem ge-

ringen Kohlegehalt, die Eigenschaft des plötzlich erkalteten Stahls erhalten.

Es ist bekannt, daß mehrere Körper dem Eisen eine größere Härte ertheilen, ohne daß ihre Wirkung auf das Eisen deshalb mit der des Kohlenmetalles verglichen werden könnte. Das Eisen erlangt durch die Verbindung mit Kohle nur unter gewissen Umständen eine größere Härte, zeigt sich aber unter anderen Umständen fast eben so weich als das Eisen welches keine Kohle enthält. Dies Verhalten findet bei den Verbindungen des Eisens mit anderen Körpern, die demselben eine größere Härte mittheilen, nicht statt, indem der Grad der Härte sich nicht, oder doch nur höchst unbedeutend ändert, wenn das geschmolzene oder geglühete Metall plötzlich oder langsam abgekühlt, oder zum Erstarren gebracht wird. Mit Recht nennt man daher auch das plötzliche Abkühlen des glühenden Kohleeisens: das Härten, und unterscheidet den gehärteten von dem noch nicht gehärteten Stahl; ein Unterschied der ganz überflüssig seyn würde, wenn das Kohleeisen durch plötzliches Erkalten nicht ganz andere Eigenschaften erhielte, als durch langsames Abkühlen. Zwischen Stahl und hartem Eisen, welches seine Härte durch Verbindungen mit anderen Körpern erhalten hat, ist daher ein höchst wesentlicher Unterschied, und man ist nicht befugt, das harte Eisen, dessen Härte nicht von einer Legirung mit Kohle herrührt, Stahl zu nennen. Eben so verhält es sich mit dem Roheisen. Schwefel, Arsenik, Antimon, und in größeren Verhältnissen auch Phospor, zerstören die Geschmeidigkeit und Dehnbarkeit des Eisens, und befördern seine Schmelzbarkeit. Deshalb sind diese Legirungen aber nicht Roheisen, und würden selbst dann nicht auf diese Benennung Anspruch machen können, wenn sie das mit dem Roheisen übereinstimmende Verhalten zeigen sollten, bald weiße, harte und spröde, bald graue, weiche und zähe Gemische zu bilden, je nachdem sie, nach erfolgter Schmelzung, schnell oder langsam

erstarren. Dies Verhalten ist der Verbindung des Eisens mit Kohle ganz eigenthümlich, und bis jetzt noch nicht bei anderen Legirungen angetroffen worden.

Die genaue Kenntniß des Zustandes der Verbindung der Kohle mit dem Eisen im Stahl und im Roheisen, ist für den praktischen Metallurgen von der größten Wichtigkeit. Zu dieser Kenntniß läßt sich aber nur durch eine genaue Bekanntschaft mit den Eigenschaften der verschiedenen Arten des Kohleeisens in ihren verschiedenen Zuständen, und mit ihrem Verhalten in den höheren Temperaturen und zu anderen Körpern, gelangen. Es ist daher nöthig, die Eigenschaften und das Verhalten des Stahls und des Roheisens sorgfältig zu erforschen, indem die mangelhafte Kenntniß von diesem Verhalten, die Metallurgen und die Chemiker in ihrem Urtheil über die Natur der Verbindungen des Eisens und der Kohle, im Stahl und im Roheisen, mehr als einmal irre geleitet hat.

Stahl.

Mit größerem Recht als man hartes und weiches Stabeisen unterscheidet, wird man einen Unterschied zwischen härterem und weicherem Stahl machen müssen. Die weicheren Stahlarten nähern sich dem harten Stabeisen, und die härtesten Stahlarten zeigen die größte Uebereinstimmung mit dem grauen oder mit dem weißen Roheisen, je nachdem sich der Stahl im ungehärteten oder im gehärteten Zustande befindet. Der ungehärtete Stahl hat auf der Bruchfläche stets eine weißgraue Farbe, ein körnig-zackiges Gefüge, und einen vollkommen metallischen, jedoch matten Glanz. Er wird durch das Härten jederzeit glänzender und lichter gefärbt, und das Gefüge zugleich im höchsten Grade feinkörnig, so daß die Bruchfläche dem unbewaffneten Auge ganz glatt und muschlig erscheint. Korn und Farbe des gehärteten Stahls müssen möglichst gleichartig seyn. Ein Stahl von sonst bekannter Güte,

der nach dem Härten ein grobes und körniges Gefüge zeigt, ist in einer zu großen Hitze gehärtet, und hat dadurch seine Härte und Festigkeit großentheils verloren. Das feinkörnige Gefüge des ungehärteten Stahls, welches durch das Schmieden und Walzen nicht in eine sehnige Textur übergehen muß, ist die Ursache, weshalb der Stahl dichter, und zu polirten Arbeiten anwendbarer wird, als das Stabeisen.

Das specifische Gewicht des Stahls wechselt zwischen 7,4 und 7,8; im Allgemeinen wird man es zu 7,7 annehmen können. Das specifische Gewicht des gehärteten Stahls ist in der Regel größer als das des ungehärteten; allein es giebt davon auch Ausnahmen.

Ungehärteter Stahl besitzt keine bedeutend größere Härte als die härteren Stabeisenarten; aber der härteste Stahl wird nach dem Härten von der besten Feile nicht mehr angegriffen. Die Härte welche der Stahl durch das Härten erlangt hat, geht durch Glühen und langsames Erkalten wieder verloren. Der Grad der Härte den der Stahl annimmt, ist theils von seiner Beschaffenheit, (von dem Kohlegehalt), theils von den Temperaturen und von den Temperatur-Unterschieden abhängig, bei welchen das Härten vorgenommen ward. Die merkwürdige Erscheinung, daß weiches Stabeisen gehärteten Stahl durch schnelle Umdrehung zu zerschneiden vermag, rührt daher, daß sich der Stahl stärker erhitzt, als das Eisen, wenn die Eisenscheibe bei ihrer Umdrehung gegen den Stahl wirkt.

Die absolute Festigkeit des nicht gehärteten Stahls scheint bedeutend größer zu seyn, als die des Stabeisens, und zwar etwa in dem Verhältniß von 13 zu 10. Durch das Härten verliert der Stahl an Festigkeit. Mit dieser, durch Versuche erwiesenen großen absoluten Festigkeit des Stahls, ist die Erfahrung schwer in Uebereinstimmung zu bringen, daß sich der gehärtete Stahl sehr leicht zerschlagen läßt. Man schreibt diese Erscheinung der Sprödigkeit des Stahls zu; indeß muß es

künftigen Forschungen überlassen bleiben, die wahre Ursache dieses jetzt noch unerklärbaren Verhaltens aufzufinden.

Der Stahl dehnt sich, nach den Versuchen von Dalton und Davy, wenigstens in den Temperaturen vom Gefrier- bis zum Siedepunkt des Wassers, nicht so stark aus wie das Stabeisen, indem die Ausdehnung für die Länge des Stahlstabes = 1, nur 0,00112 beträgt. — Die Anlauffarben erhält der Stahl früher als das Stabeisen, und zwar um so früher, je härter er ist, oder je mehr Kohle er enthält. Der Stahl hat oft schon die dritte Stufenfarbe erreicht, wenn das Stabeisen, in gleicher Hitze, erst zur zweiten gelangt ist. Man kann daher die härteren und weicheren Stellen in einem Eisen- oder Stahlstabe sehr deutlich durch das Anlaufen erkennen, indem die härteren Stellen schon blau erscheinen, wenn die weichen röthlichgelb sind u. s. f.

Wenn man den Stahl bis zum Rothglühen erhitzt, und dann langsam erkalten läßt, so ist der ungehärtete Stahl etwas weicher geworden, der gehärtete hat aber seine Härte verloren, und befindet sich wieder im Zustande des ungehärteten Stahls. Die Weißglühhitze bekommt der Stahl früher als das Stabeisen, auch gelangt er ungleich früher als dieses in den flüssigen Zustand. Je größer die Härte ist die der Stahl annimmt, desto geringer ist die Temperatur die er zum Schmelzen erfordert. Stabeisen welches der Wirkung der glühenden Kohlen in anhaltender Weißglühhitze, ohne Luftzutritt, ausgesetzt wird, verwandelt sich in Stahl, und endlich in Roheisen.

Je früher der Stahl zur Schweißhitze gelangt, desto geringer ist seine Schweißbarkeit. Es giebt Stahl der sich gar nicht schweißen läßt, weil er sich in dem Augenblick der Schweißhitze schon in einem zu sehr erweichten Zustande befindet. — Bei dem Zutritt der Luft setzt der Stahl nicht so leicht Glühspan an, erleidet aber durch lange anhaltende trockne Glühhitzen, dieselben Veränderungen als das Stabeisen. Ehe diese

Veränderungen eintreten, ändert sich der Stahl zuerst in Stabeisen um, dergestalt, daß der mittlere Theil des Stabes noch Stahl ist, während die äußeren Schichten schon Stabeisen sind, welches mit einer Rinde von Glühspan umgeben ist. Einiger Stahl wird durch oft wiederholtes Ausschweißen in trockner Hitze früher zu Stabeisen, als anderer. Der durch viele trockne Schweißhitzen zu Stabeisen umgeänderte, und endlich mürbe gewordene Stahl, erhält seine stahlartigen Eigenschaften durch saftige Schweißhitzen nicht wieder, sondern giebt dann, wenn er selbst von guter Natur war, ein gutes, festes Stabeisen. Wird der Stahl unter einer guten Decke von Schweißsand, oder überhaupt auf solche Weise geglüht, daß die Luft keinen Zutritt hat, so bleibt er in seinen Eigenschaften unverändert. Die Umwandlung des durch Härten weiß und spröde gewordenen Stahls in ein Metall, welches die Eigenschaften des besten und geschmeidigsten Stabeisens besitzt, so wie umgekehrt des letzteren in einen harten, weißen, klingenden und spröden Körper, läßt sich durch langsames, und durch plötzliches Erkalten nach dem Glühen, so oft vornehmen als man will. — Wird der Luftzutritt zu dem in starker Glühhitze befindlichen Stahl, nicht durch eine Schlackendecke, sondern durch Kohle abgehalten, und bleibt der Stahl mit der Kohle einer lange anhaltenden starken Glühhitze ausgesetzt; so wird er mürbe, und verliert zuletzt, mit Beibehaltung seiner körnigen Textur, so viel von seiner Festigkeit, daß ihm Dehnbarkeit und Geschmeidigkeit abgehen, und ein roheisenartiger Zustand eintritt. Wird die Hitze bis zum wirklich erfolgenden Schmelzen des Stahls fortgesetzt; so verwandelt er sich auch wirklich in Roheisen.

Soll der Stahl also ohne Verlust seiner Eigenschaften geschmolzen werden, so ist nicht allein die Abhaltung des Luftzutritts, sondern auch die Entfernung der Kohle, oder überhaupt aller kohligen Substanzen, nothwendig. Wird die Schmel-

zung in Graphittiegeln vorgenommen, so muß eine schnelle Hitze gegeben, und eine Decke von Kohlenstaub vermieden werden. Manchen Stahlarten giebt man indeß, bei der Bereitung des Gußstahls, absichtlich einen Zusatz von 1 bis 2 Prozent Kohle, wenn es darauf ankommt, sehr harten Stahl darzustellen. Der geschmolzene Stahl bietet, je nachdem er plötzlich oder langsam zum Erstarren gebracht wird, dieselben Erscheinungen dar, wie der nur bis zum Glühen erhitzte Stahl. Wird die flüssige Masse in dicken Formen ausgegossen, so daß sie langsam erstarrt, so besitzt der Stahl alle Eigenschaften des weichen und nicht gehärteten Stahls. Wird die Erstarrung beschleunigt, so erhält man einen harten, weißen, klingenden und äußerst spröden Körper, der oft dem harten, weißen Roheisen ähnlicher ist, als dem gehärteten Stahl. Durch starkes Glühen und langsames Erkalten wird diese weiße, harte und spröde Masse wieder in ein dunkel gefärbtes, weiches und geschmeidiges Metall umgeändert. Die Umänderung erfolgt nicht, wenn die geglühete Masse plötzlich abgekühlt wird.

Roheisen.

Noch größere Verschiedenheiten als der härteste und der weichste Stahl darbieten, zeigen sich bei dem Roheisen. Der größere Kohlegehalt im Roheisen bewirkt im Allgemeinen eine geringere Strengflüssigkeit, und daher den Mangel an Schweißbarkeit, die indeß bei einigen (grauen) Roheisenarten noch in einem geringen und unvollkommenen Grade angetroffen wird. Die Dehnbarkeit und Geschmeidigkeit fehlen dem Roheisen (eben so wie dem gehärteten Stahl), nur in gewissen Zuständen. Es giebt daher kein unterscheidendes Kennzeichen des Roheisens vom Stahl. Wenn man, wie es gewöhnlich geschieht, das graue und das weiße Roheisen, als verschiedene Arten, unterscheidet; so darf man nicht vergessen, daß mit demselben Recht auch der nicht gehärtete und der gehärtete Stahl

als verschiedene Arten von Stahl unterschieden werden müssen. Das graue und das weiße Roheisen können mit einander im Kohlegehalt ungleich mehr übereinstimmen, als die grauen oder die weißen Roheisenarten unter sich; denn jedem grauen Roheisen entspricht, dem Kohlegehalt nach, ein weißes Roheisen, und umgekehrt, indem die graue und die weiße Farbe, und die damit in Verbindung stehenden physikalischen und chemischen Eigenschaften des Roheisens, lediglich durch die Temperatur-Verhältnisse veranlaßt werden. Es ist durchaus unrichtig, wenn man den Unterschied des grauen und des weißen Roheisens nur in den Quantitäten des Kohlemetalles suchen will, und noch unrichtiger, diesen Unterschied in den unwesentlichen und zufälligen Beimischungen des Roheisens (Phosphor, Schwefel, Silicium) zu finden. Diese Beimischungen können zwar die Eigenschaften des Roheisens, aber niemals den Charakter desselben modificiren.

Die Farbe des grauen Roheisens wechselt von der dunkelsten schwarzen bis zu einer lichtgrauen Farbe. Sind diese Farben mit starkem Metallglanz verbunden, so pflegt das Roheisen wenig fremdartige Beimischungen, — wenigstens nur wenig Silicium, — zu enthalten. Ein schwacher Metallglanz deutet immer auf ein mit fremdartigen Beimischungen sehr überladenes Roheisen. Noch mehr sind aber die aschgraue Farbe, mattes Ansehen, verbunden mit einem körnigen Gefüge, als Kennzeichen eines mit Silicium sehr verunreinigten Roheisens anzusehen. Das weiße Roheisen hat, im Zustande seiner vollkommensten Ausbildung, eine silberweiße Farbe, verbunden mit einem außerordentlich starken Glanz und mit spiegelnden Flächen. Man nennt dies Roheisen daher auch Spiegeleisen, Spiegelfloß, und in einigen Provinzen Deutschlands, wegen der speciellen Benutzung desselben zu Stahl, Rohstahleisen oder Rohstahlfloß. So lange die Farbe des Roheisens noch rein silberweiß bleibt, muß dasselbe, auch

wenn sich die Spiegelflächen nicht mehr vollkommen ausgebildet haben, noch als Spiegelfloß betrachtet werden. Geht die Farbe aber ins Bläuliche oder Bläulichgraue über, und giebt sich dabei die Flächenbildung nur als ein strahliges Gefüge zu erkennen, so entsteht daraus eine zweite Abart des weißen Roheisens, die man blumiges Roheisen oder blumige Flossen nennt. Bei einer dritten Abart des weißen Roheisens zeigt sich zwar noch ein starker Glanz, aber der weißen Farbe ist sehr viel Grau beigemischt, und auf der Bruchfläche ist kein bestimmtes Gefüge mehr zu bemerken. Nimmt die weiße Farbe noch mehr ab, so daß sie in das Bläulichweiße übergeht, wobei die Bruchfläche schon zackig zu werden anfängt, und viele größere und kleinere Zwischenräume sich bilden, so entsteht eine besondere Art von Roheisen, welche man bald zur grauen, bald zur weißen Roheisenart zählen kann, je nachdem sie langsamer oder schneller erstarrt ist. Man hat ihr den Namen: luckiges (löchriges) Roheisen, oder luckiges Floß gegeben. Spiegelfloß, blumiges Floß, und die dritte Abart des weißen Roheisens gehen sehr häufig so in einander über, daß die Bestimmung nach dem äußeren Ansehen sehr schwierig wird. Das sogenannte weißgaare Roheisen steht auf der Gränze des Spiegelfloß und des blumigen Floß. — Nicht selten kommen das graue und das weiße Roheisen gemeinschaftlich auf der Bruchfläche zum Vorschein. Die Verhältnisse des Hervortretens der einen und der anderen Art können dabei sehr verschieden seyn. Es giebt Roheisen, bei welchem die weiße und die graue Art vollkommen von einander geschieden zu seyn scheinen. Das graue Roheisen zeigt sich als eine besondere Schicht, bald oben, bald unten, bald in der Mitte des weißen Roheisens, welches dann gewöhnlich Spiegelfloß ist. Dies Roheisen nennt man spangliches Roheisen, streifiges Roheisen, Roheisen mit grauem Saum oder mit grauer Nath. Die Begränzung des grauen und des weißen Roh=

eisens ist dabei sehr scharf und bestimmt. In anderen Fällen findet keine so scharfe Gränze statt, sondern das graue Roheisen liegt nur in der Gestalt von Sternchen, oder von einzelnen Flocken, in der übrigen Masse des Eisens, welche bald blumiges Floß, bald Spiegeleisen seyn kann, zerstreut. Zuweilen ist die Masse des weißen Roheisens vorwaltend und so überwiegend, daß es ganz die Eigenschaften des weißen Roheisens behält. Zuweilen bekommt aber das graue Roheisen die Oberhand, so daß es den Anschein gewinnt, als ob weiße Flecken auf grauem Grunde eingesprengt wären. Dann nähert sich das Roheisen in seinen Eigenschaften mehr dem grauen Roheisen. Ein bestimmtes Verhalten läßt sich dabei so wenig nachweisen, als es überhaupt ein bestimmtes Verhältniß giebt, in welchem beide Roheisenarten mit einander gemengt vorkommen. Man nennt diese Gemenge von grauem und weißem Roheisen, halbirtes Roheisen, geflecktes Roheisen. Ist die graue Roheisenart mehr überwiegend, so pflegt man das Roheisen wohl schwach halbirtes, und wenn die weiße Roheisenart überwiegend ist, stark halbirtes Roheisen zu nennen. Diese Benennungen dienen indeß mehr dazu, sich über das äußere Ansehen des Roheisens zu verständigen, als sie geeignet sind, über die Natur und Beschaffenheit des Roheisens einen Aufschluß zu geben.

Die Textur des grauen Roheisens ist stets körnig, wie die des nicht gehärteten Stahls. Zuweilen sind die Körner sehr platt, und von schuppigem Ansehen. Eine solche Textur deutet immer auf ein unreines Roheisen. Die Textur des weißen Roheisens zeigt häufig die größte Uebereinstimmung mit der des schnell erstarrten Gußstahls. Sie geht aus dem strahligblättrigen Gefüge in den kleinsplittrigen, und von diesem in einen dichten, fast muschligen Bruch über, wobei die weiße Farbe in demselben Verhältniß zurücktritt, als das strahlige Gefüge unmerklicher wird. Die Textur des luckigen Floſ=

ses ist mehr zackig- als eckig-körnig, und macht einen deutlichen Uebergang in das dem sehr schwach gehärteten Stahl eigenthümliche Gefüge. Weil das Roheisen eine oft sehr zusammengesetzte Verbindung des Eisens mit anderen Körpern ist, so sind die von der Textur und von der Farbe des Roheisens hergenommenen Kennzeichen ungemein trügerisch, wenn von ihnen ein Schluß auf die Güte und Beschaffenheit desselben gemacht werden soll. Dies ist um so mehr der Fall, als Farbe und Textur ganz abhängig von den Temperaturen sind, bei welchen die Erstarrung erfolgte.

Das weiße Roheisen hat im Allgemeinen ein größeres specifisches Gewicht als das graue. Nach einem großen Durchschnitt läßt sich das specifische Gewicht des grauen Roheisens zu 7,1, und das des weißen Roheisens zu 7,5 annehmen, obgleich verschiedenartige fremde Beimischungen das hier angegebene Gewicht um einige Zehntheile vermindern und erhöhen können.

In der Härte zeigt sich zwischen dem grauen und dem weißen Roheisen eine ungemein große Verschiedenheit. Das graue Roheisen ist so weich, daß es beim Schlagen oder Stoßen Eindrücke des Hammers annimmt, und sich mit dem Bohrer, mit der Feile und mit dem Meißel sehr gut bearbeiten läßt. Mit dieser Weichheit ist, bei einigen Abarten des grauen Roheisens, ein bedeutender Grad von Dehnbarkeit verbunden, welche dem grauen Roheisen, bis zu einem gewissen Grade, überhaupt zukommt. Die Härte des weißen Roheisens ist bei einigen Abarten so groß, daß das Eisen von der schärfsten Feile nicht angegriffen wird. Die Härte des Spiegeleisens übertrifft die des härtesten Stahls. Die große Härte des weißen Roheisens hat Veranlassung gegeben, dasselbe Hartfloß zu nennen. Bei dem weichen, grauen Roheisen, ist aber die Benennung Weichfloß nicht üblich, sondern man bezeichnet damit die luckigen Flossen, die sich dem Stahl mehr als dem Roheisen nähern.

Die absolute Festigkeit des grauen Roheisens ist von sehr vielen, oft ganz zufälligen Umständen abhängig, und muß, bei der großen Verschiedenheit des Roheisens, für jede Roheisenart besonders bestimmt werden. Es ist einleuchtend, daß die Festigkeit eines Körpers von sehr verschiedener und ganz unbestimmter Zusammensetzung, überaus verschieden gefunden werden wird. Die bisher angestellten Versuche scheinen nur das Resultat zu geben, daß dasjenige Roheisen, welches einer Kraft von 20,000 preußischen Pfunden auf 1 rheinl. Quadratzoll des Querschnitts, beim Zerreißen widersteht, zu den festeren Roheisenarten zu zählen ist. Ueber die Festigkeit des weißen Roheisens sind noch gar keine Versuche angestellt worden. Das graue Roheisen muß das weiße aber an absoluter Festigkeit übertreffen, obgleich es scheint, daß das schwach halbirte Roheisen eine noch größere Festigkeit besitzt, als das graue, wovon der Grund wahrscheinlich mehr in der Textur als in der chemischen Zusammensetzung dieses Roheisens zu suchen ist. — An relativer Festigkeit übertrifft das weiße Roheisen alle Eisenarten, weil es, bei dem Mangel an Dehnbarkeit und Geschmeidigkeit, beim Zusammendrücken den größten Widerstand leistet. Dagegen ist die respective Festigkeit des weißen Roheisens unter allen Eisenarten am geringsten, oder wenigstens nicht größer als die des gehärteten Stahls, indem es sich sehr leicht zerschlagen läßt. Manche graue Roheisenarten stehen aber an relativer Festigkeit dem schwach halbirten Roheisen, ungeachtet ihrer weit größeren Geschmeidigkeit, dennoch nach, ohne Zweifel weil ein großer Graphitgehalt des grauen Roheisens, den Zusammenhang der Eisentheile, auf ganz mechanische Weise, zu sehr unterbricht.

In der Temperatur vom Gefrier- bis zum Siedepunkt des Wassers, scheint das weiße Roheisen eine geringere Ausdehnung zu erleiden als das graue. Die Ausdehnung des weißen Roheisens scheint mit der des Stahls ziemlich überein

zu stimmen. In höheren Temperaturen findet indeß ein anderes Verhalten statt, indem das geschmolzene Roheisen, wenn es zu weißem Roheisen erstarrt, stärker schwindet, d. h. sich stärker zusammenzieht, als wenn es beim Erstarren graues Roheisen bildet.

Die Anlauffarben erhält das weiße Roheisen schon früher als der Stahl; das graue Roheisen zuweilen später als das Stabeisen, obgleich sich die Anlauffarben beim grauen Roheisen, wenigstens bei ihrem ersten Eintreten, nicht ganz deutlich erkennen lassen.

Wird das Roheisen in den verschiedenen Graden der Glühhitze dem Luftstrom ausgesetzt, so überzieht es sich, eben so wie das Stabeisen und der Stahl, mit Glühspan. Das weiße Roheisen ist völlig unschweißbar, weil es bei den niedrigsten Graden der Schweißhitze, wenn nicht vollkommen flüssig, doch schon teigartig wird. Aber das graue Roheisen ist wirklich schweißbar, nur liegen der Grad der Schweißhitze und der des Flüssigwerdens so nahe beisammen, daß eine große Aufmerksamkeit erfordert wird, das Zusammenschweißen zu bewerkstelligen.

Das Verhalten der verschiedenen Roheisenarten in der Glüh- und Schmelzhitze ist so abweichend, und von so verschiedenartigen Erfolgen begleitet, daß es nöthig ist, diese Erfolge, deren Kenntniß fast die Grundlage der ganzen Metallurgie des Eisens ausmacht, für jede Roheisenart besonders zu untersuchen. Die Schmelzhitze des Roheisens wird gewöhnlich zu 17 bis 18,000 Gr. Fahr., oder zu 122 bis 130 Gr. Wedgw. angegeben; aber diese Angabe ist viel zu allgemein, wahrscheinlich auch viel zu hoch. Die Schmelzbarkeit des Roheisens scheint mit dem Kohlegehalt desselben in gradem Verhältniß zu stehen. Man kann daher nicht sagen, daß das graue Roheisen strengflüssiger sey, als das weiße. Aber bei gleichem Gehalt an Kohle kommt das weiße Roheisen früher in Fluß als

das graue. Es giebt graues Roheisen, welches in der Strengflüssigkeit den härteren Gußstahlarten nicht nachsteht, wogegen andere graue Roheisenarten (die bei leichtflüssigen Beschickungen, und bei einem nicht zu gaaren Gange des Ofens erblasenen), nicht viel später schmelzen als das Spiegeleisen, welches unter allen weißen Roheisenarten das leichtflüssigste ist. — Das flüssige Roheisen zieht sich bei dem Uebergange aus dem flüssigen in den starren Zustand zusammen. Für die praktische Anwendung ist es wichtig, die Größe dieser Raumverminderung zu kennen, weil die Formen zu allen denjenigen Gußwaaren, welche ein sehr genaues und bestimmtes Maaß haben sollen, um so viel größer gemacht werden müssen, als die Raumverminderung beträgt, Es scheint, daß die Größe des Schwindens zwischen den Gränzen der Zahlen $\frac{1}{98}$ bis $\frac{1}{95}$ liegt, so daß 100 Theile Roheisen im flüssigen Zustande, nach dem Erkalten nur eine Länge von 98 bis 95 behalten. Dem Volum nach würden sich also 100 Theile Roheisen zwischen den Gränzen von 94 bis 85 zusammen ziehen. Die Größe des Schwindens muß für jedes Roheisen durch einen besonderen Versuch ausgemittelt werden, wenn es darauf ankommt, sie genau zu kennen, wobei auch auf die Beschaffenheit der Formen, in welche das flüssige Roheisen geleitet wird, Rücksicht zu nehmen ist.

Das graue Roheisen. Bei gänzlichem Ausschluß der Luft und der Kohle, verändert sich das graue Roheisen durch anhaltendes Glühen nicht. Hat die Luft einen freien Zutritt, so wird es unter der sich bildenden Glühspandecke immer mürber und unzusammenhängender, und lößt sich nach und nach gänzlich in Glühspan auf. Geschmeidigkeit und Weichheit werden durch das Glühen unter der Glühspandecke nicht bedeutend vermehrt, wohl aber vermindern sich die Festigkeit und der Zusammenhang, wobei sich der metallische Glanz immer mehr verliert. Durch lange anhaltendes Glühen wird die Masse

immer poröser und weniger zusammenhängend, und dieser Erfolg läßt sich auch nicht durch lockere Decken, die den Luftzutritt nicht vollständig abhalten können, sogar nicht einmal durch lockere Hüllen von Kohlenstaub, verhindern. Der Erfolg des anhaltenden Glühens bei Luftzutritt besteht also darin, daß das Eisen zuerst poröse und mürbe wird, seinen Zusammenhang und sein metallisches Ansehen immer mehr verliert, und sich zuletzt völlig in Glühspan verwandelt.

Wird das graue Roheisen in sehr starker Hitze anhaltend zwischen Kohlenstaub im Tiegel geglüht, so daß kein Luftzutritt statt finden kann, so bleibt nur dasjenige graue Roheisen unverändert, welches, bei leichtflüssigen Beschickungen und bei nicht zu gaarem Ofengange erblasen, einen großen Kohlegehalt besitzt. Das graue Roheisen mit geringem Kohlegehalt, bei sehr strengflüssigen Beschickungen und bei einem überaus gaaren Gange des Ofens erblasen, (welches oft eine viel dunklere [fast schwarze] Farbe besitzt, wie das Roheisen mit großem Kohlegehalt) vermehrt durch anhaltendes Glühen mit Kohlenstaub sein Gewicht um 1 bis $1\frac{1}{2}$ Prozent, ohne übrigens in seinen Eigenschaften auf eine bemerkbare Art verändert zu werden.

Wendet man, statt des Kohlenstaubes, andere Decken an, die den Luftzutritt zwar vollständig abhalten, aber nicht ohne Einwirkung auf das Eisen sind, z. B. Asche, kohlensaure Kalkerde, Blutsteinpulver; so verändert sich das graue Roheisen fast in ähnlicher Art, als beim Glühen mit schwachem Luftzutritt. Es wird nämlich poröse, und zuletzt so mürbe, daß es seinen Zusammenhang verliert.

In der Schmelzhitze zeigt alles graue Roheisen die Eigenschaft, fast plötzlich aus dem starren in den flüssigen Zustand überzugehen. Dieser Uebergang erfolgt um so später, aber auch um so plötzlicher, je weniger Kohle das graue Roheisen enthält. Wird von dem geschmolzenen Eisen aller Luft-

zutritt abgehalten, und kann auch keine Kohle hinzutreten, so bleibt es underändert. Erfolgte die Schmelzung im Tiegel, unter einer starken Decke von Kohlenstaub, so nimmt das graue Roheisen, wenn es nicht zu kurze Zeit mit der Kohle in Berührung bleibt, noch mehr Kohle auf, und vermehrt sein Gewicht um 1 bis 1½ Prozent. Diese Gewichtsvermehrung findet indeß nur bei demjenigen grauen Roheisen statt, welches einen geringen Kohlegehalt besitzt. — Wendet man, statt des Kohlenstaubes, eine Decke an von feuerbeständigen kohlensauren Neutralsalzen, oder von Kreide, oder von kohlensaurer Bittererde; so bildet sich stahlartiges Eisen, welches vollkommen geschmeidig und dehnbar ist. Die Hitze muß daher immer mehr verstärkt werden, um die Masse, die stets strengflüssiger wird, im flüssigen Zustande zu erhalten. Ganz frei von Kohle kann das Roheisen aber durch dies lange fortgesetzte Schmelzen mit kohlensauren Verbindungen nicht dargestellt werden. Kalcium nimmt das Eisen dabei nicht auf, auch nicht die Metalle der Alkalien, zum Beweise, daß die Verminderung des Kohlegehaltes im Roheisen vorzüglich auf die Weise geschieht, daß die Kohlensäure in den kohlensauren Verbindungen sich mit der Kohle im Roheisen zu Kohlenoxydgas vereinigt.

Findet zu dem geschmolzenen grauen Roheisen ein Luftzutritt statt, so bildet sich augenblicklich Glühspan, der als eine Schlackendecke das flüssige Eisen überzieht. Die gänzliche Verschlackung des Eisens erfolgt schneller, wenn die sich bildende Glühspandecke immer wieder abgenommen wird. Entfernt man diese Decke aber nicht, so wird die Verschlackung sehr verzögert, und das flüssige Roheisen kann sehr lange unter der Schlackendecke stehen bleiben, ehe es gänzlich verschlackt wird. Es verliert dabei an Kohle, wird daher immer strengflüssiger, und bekommt, je länger desto mehr, eine stahlartige Beschaffenheit. Bei dieser Art der Umänderung des Roheisens in Stahl, entsteht aber ein so großer Eisenverlust durch Verschlak-

kung, daß davon keine Anwendung im Großen würde gemacht werden können.

Wird das schnell eingeschmolzene, oder unter einer Schlakkendecke in Fluß erhaltene graue Roheisen langsam zur Erstarrung gebracht, so behält es alle Eigenschaften die es vor dem Schmelzen hatte, und gewinnt sogar an Weichheit und Geschmeidigkeit, wenn es einer sehr starken Schmelzhitze ausgesetzt gewesen war, und sehr langsam erstarrte. Wird die Erstarrung aber dadurch beschleunigt, daß man das geschmolzene Eisen in Formen aus feuchtem Sand, oder in eiserne Formen leitet, und es mit Wasser begießt, so verändert es alle seine Eigenschaften, und wird aus einem grauen, weichen und halbgeschmeidigen, ein weißer, harter und spröder Körper; oder das graue Roheisen ändert sich in das demselben entsprechende weiße Roheisen um. Diese Umänderung erfolgt sehr leicht und vollständig bei demjenigen grauen Roheisen, welches einen großen Kohlegehalt besitzt; weniger leicht und vollständig bei dem grauen Roheisen mit geringem Kohlegehalt. — Man benutzt dies Verhalten des grauen Roheisens sehr häufig, um es auf eine einfache Weise in weißes Roheisen umzuändern, oder um sogenanntes Weißeisen darzustellen. Hat man das geschmolzene graue Roheisen in einen Heerd (in eine Grube) geleitet, so läßt es sich aus derselben, durch starkes Begießen mit kaltem Wasser, scheibenweise herausnehmen. Diese Scheiben (Blatteln oder Platteln in Süddeutschland) sind weißes Roheisen, welches jedoch, wie von selbst einleuchtet, denselben Kohlegehalt besitzt, wie das graue Roheisen aus welchem es entstanden ist.

Das dunkel- oft schwarzgraue Roheisen, welches bei sehr strengflüssigen Beschickungen, und bei einem sehr gaaren Gange des Hohenofens entstanden ist, ändert sich nur schwer in weißes Roheisen um, und behält nicht allein die graue Farbe, sondern auch einen höheren Grad von Weichheit, als dem wei-

ßen Roheisen zukommt, wenn es nicht ganz plötzlich und auf eine sehr vollständige Weise abgekühlt wird. Ein solches graues Roheisen läßt sich nur allein dadurch in weißes umändern, daß man es in feinen Strömen in fließendes kaltes Wasser leitet. Je mehr aber der Kohlegehalt des grauen Roheisens steigt, desto leichter erfolgt die Umänderung in weißes Roheisen, welches man nicht selten bei der Anfertigung der Gußwaaren erfahren muß, indem die Ränder der Gußstücke, welche die Form zunächst berühren, weiß gefärbt und spröde werden. Ein solches Weißwerden (in Deutschland: Abschrecken) des grauen Roheisens in der Form entsteht, bei einem und demselben Roheisen, aus einleuchtenden Gründen um so eher, je kälter (oder auch feuchter) die Formmasse, und je dünner das Gußstück ist, welches dargestellt werden soll. Aus dem Verhalten des flüssigen grauen Roheisens: sich durch plötzliches Erstarren in weißes umzuändern, läßt sich auch die Erscheinung erklären, warum ein in einer kalten Form gegossener Eisenstab, an den Rändern der Bruchfläche aus weißem, und in der Mitte aus grauem Roheisen bestehen kann. Beide Eisenarten verlaufen sich allmählig in einander, und so verschieden auch ihr äußeres Ansehen und ihr physikalisches Verhalten ist, so wenig ist diese Verschiedenheit in der Quantität des Kohlegehaltes begründet, die in dem grauen Kern weder größer noch geringer ist, als in dem weißen Rande. Wenn graues Roheisen mit großem Kohlegehalt in eine sehr dicke offene Form geleitet, und aus derselben, fast unmittelbar nach dem Erstarren, herausgehoben, und in fließendes kaltes Wasser geworfen wird, so zeigt sich beim Zerschlagen, nach dem vollständigen Erkalten, die auffallende Erscheinung, daß die Ränder aus grauem Roheisen bestehen, und daß der Kern aus weißem Roheisen gebildet ist. Dieser Erfolg kann nur darin seinen Grund haben, daß sich das Roheisen im Inneren der Masse fast noch in einem flüssigen Zustande befand, als das Gußstück in kal=

tes Wasser geworfen, und dadurch die Erstarrung plötzlich herbeigeführt ward.

Das weiße Roheisen. Bei einem gänzlichen Ausschluß der Luft scheint das Spiegeleisen durch anhaltendes Glühen in schwacher Weißglühhitze gar keine Veränderung zu erleiden. Aber das weiße Roheisen mit geringerem Kohlegehalt verändert durch ein solches lange anhaltendes Weißglühen nach und nach seine Farbe, und wird in demselben Verhältniß als es sich mehr grau und endlich schwärzlich färbt, auch weniger spröde und weniger hart. Diese Veränderung wird aber durch den Luftzutritt bedeutend beschleunigt. Ein unmittelbarer Luftzutritt veranlaßt jedoch, durch die Bildung des Glühspans, sehr leicht eine vollständige Zerstörung des Eisens, indem sich das weiße Roheisen, beim Glühen unter Luftzutritt, nicht anders verhält, als das Eisen, der Stahl und das graue Roheisen. Hört man mit dem Glühen auf, ehe das weiße Roheisen ganz in Glühspan verwandelt ist, so findet sich dasselbe unter der Glühspandecke sehr verändert. Es hat eine dunkelgraue Farbe erhalten, ist weich und geschmeidig geworden, und verhält sich wie das geschmeidigste graue Roheisen, oder richtiger wie der nicht gehärtete Stahl mit großem Kohlegehalt. Dieser Veränderung ist das Spiegeleisen eben so wie jedes weiße Roheisen unterworfen. Wenn daher ein, unter der Glühspandecke lange geglühetes weißes Roheisen, so stark erhitzt wird, daß es zum Schmelzen kommt, so ist die geschmolzene Masse ein stahlartiges Produkt, oder auch graues Roheisen mit geringem Kohlegehalt, wenn der Prozeß des Glühens nicht lange genug fortgesetzt ward. Das weiße Roheisen verliert also einen großen Theil seines Kohlegehaltes durch das Glühen bei Luftzutritt, ohne dadurch so mürbe und poröse zu werden, wie unter gleichen Umständen das graue Roheisen. Diese Verminderung des Kohlegehaltes, und die Umänderung des spröden, weißen Roheisens in eine geschmeidige, weiche und

dunkel gefärbte Masse, läßt sich, bei einem unmittelbaren Zutritt der Luft, nicht ohne einen großen, durch die Bildung des Glühspans herbeigeführten Verlust, bewerkstelligen. Aber die Entstehung des Glühspans wird verhindert, wenn man den unmittelbaren Luftzutritt vermeidet, und das Roheisen mit lokkeren Körpern (selbst mit Kohlenstaub) umgiebt, welche durch die Zwischenräume noch einen schwachen Luftzutritt gestatten. Noch vollständiger wird die Glühspanbildung vermieden, wenn man das weiße Roheisen mit Asche, Kreide oder gepulvertem Blutstein anhaltend in ganz verschlossenen Gefäßen glühen läßt. Beim Adouciren der Gußwaaren macht man von diesem Verfahren mit gutem Erfolge Gebrauch, indem man dadurch dem Roheisen die Härte und Sprödigkeit entzieht. Aus einem anderen Grunde, nämlich um dem Roheisen einen Theil seines Kohlegehaltes zu entziehen, glüht (bratet) man das weiße Roheisen, indem man es auf Heerden, oder in besonderen Räumen, unter Zutritt der Luft, mit Kohlen umgiebt. Obgleich durch den Luftzutritt die Umänderung des weißen Roheisens in ein stahlartiges Produkt beschleunigt wird, so kann dieser Erfolg doch auch durch Glühen mit Körpern herbeigeführt werden, die entweder Sauerstoff oder Kohlensäure in der Glühhitze abgeben. Ohne allen Luftzutritt und ohne Anwendung von Körpern welche die eben genannte Eigenschaft besitzen, erfolgt zwar auch die Umänderung des weißen Roheisens (wie es scheint, mit Ausschluß des Spiegeleisens) in eine graue und weiche Masse; allein es ist dazu eine sehr lange anhaltende Glühhitze erforderlich, auch wird alsdann die Quantität der Kohle nicht vermindert, indem das entstehende schwarzgraue, weiche und geschmeidige Metall noch eben so viel Kohle enthält, als das zum Glühen angewendete Roheisen.

Wird das weiße Roheisen anhaltend in Tiegeln, unter einer Decke von Kohlenstaub, bei gänzlichem Ausschluß der Luft geglüht, so erleidet das Spiegeleisen, wie es scheint, gar keine

Veränderung. Die anderen weißen Roheisenarten ändern sich in graue, weiche und geschmeidige Metallmassen um, gerade so wie bei dem Glühen des weißen Roheisens ohne Luftzutritt. Es findet dabei nur der Unterschied statt, daß einige weiße Roheisenarten, nämlich die mit geringem Kohlegehalt, ihr Gewicht um 1 bis 1½ Prozent vergrößern. Dazu ist jedoch ein sehr lange anhaltendes Glühen erforderlich.

Wenn die Hitze bis zum Schmelzen des weißen Roheisens gesteigert wird, so ist der Uebergang aus dem starren in den tropfbar flüssigen Zustand nicht so plötzlich als bei dem grauen Roheisen, sondern das weiße Roheisen erweicht sich zuerst zu einer teigartigen Masse, und wird bei einer noch stärkeren Erhitzung erst ganz flüssig. Findet dabei ein Luftzutritt statt, so tritt der vorhin beim Glühen beschriebene Erfolg noch schneller ein. Der Kohlegehalt des Roheisens vermindert sich schneller als durch das bloße Glühen, und das weiße Roheisen geht aus dem stahlartigen Zustande zuletzt in den Zustand des reinen Eisens über, ohne daß dabei der große Eisenverlust statt findet, welcher sich bei der Einwirkung der Luft auf das tropfbar flüssige Roheisen niemals vermeiden läßt. Das weiße Roheisen zeigt darin also ein von dem grauen sehr verschiedenes Verhalten, indem das letztere eines teigartig weichen Zustandes in der erhöheten Temperatur, vor der eintretenden Schmelzung, gar nicht fähig ist. Aber auch bei den weißen Roheisenarten findet dabei eine große Verschiedenheit statt. Je mehr Kohle das Roheisen enthält, desto schneller tritt der tropfbar flüssige Zustand ein. Das Spiegeleisen, oder auch das aus dem sehr viel Kohle enthaltenden grauen Roheisen durch plötzliches Erstarren gebildete weiße Roheisen, sind daher ungleich weniger geeignet, ihren Kohlegehalt durch das Glühen in der beginnenden Schmelzhitze zu verlieren, als das weiße Roheisen mit einem geringeren Kohlegehalt.

Ist das weiße Roheisen wirklich tropfbar flüssig gewor-

den, so verhält es sich bei einem Luftzutritt ganz so wie das graue Roheisen. Aber auch in dem Erfolge des schnelleren oder langsameren Erstarrens des geschmolzenen Roheisens, ändert sich durchaus nichts, indem es nicht von der grauen oder weißen Beschaffenheit des eingeschmolzenen Roheisens, sondern bloß von den Umständen, unter welchen die Erstarrung erfolgt, abhängig ist, ob das erkaltete Roheisen ein graues, weiches und geschmeidiges, oder ein weißes, hartes und sprödes Metall werden wird. Je größer übrigens der Kohlegehalt des weißen Roheisens ist, desto nothwendiger ist es, die Erstarrung möglichst zu verzögern, um ein ganz graues Roheisen darzustellen. Das weiße Roheisen mit dem geringsten Kohlegehalt (die luckigen Flossen) erfordert an sich schon eine sehr hohe Temperatur, um tropfbar flüssig zu werden. Wenn diese Temperatur aber erreicht ist, so wird man, bei verzögerter und möglichst langsamer Erstarrung, aus jedem weißen Roheisen stets ein graues Roheisen erhalten. Es ist eine auffallende und kaum zu erklärende Erscheinung, daß die Umänderung des weißen Roheisens in graues, um so leichter und vollständiger erfolgt, je höher der Grad der Hitze war, der zum Schmelzen des weißen Roheisens angewendet ward. Umgekehrt erfolgt die Umänderung des grauen Roheisens in weißes, durch bloßes Beschleunigen des Erstarrens, am vollständigsten dann, wenn das graue Roheisen keinem höheren Hitzgrade ausgesetzt wird, als gerade zur Schmelzung desselben erforderlich ist. Für die Praxis ergiebt sich daraus die Folgerung, daß das zu Gußwaaren anzuwendende Roheisen, stets in möglichst starker Hitze umgeschmolzen werden muß.

Verhalten des Stahls und des Roheisens zu den Säuren und zu anderen Körpern.

Weil das kohlehaltige Eisen, sey es Stahl oder Roheisen, schon als eine Legirung von zwei Metallen betrachtet werden

muß, so wird der Erfolg verschieden seyn müssen, wenn einer solchen Verbindung ein drittes Metall zur Legirung dargeboten wird, oder ob dies Legirungsmetall mit dem reinen, keine Kohle enthaltenden Eisen, verbunden wird. So lange sich das kohlehaltige Eisen im flüssigen Zustande befindet, müssen auch Kohle und Eisen im Zustande einer gegenseitigen chemischen Bindung gedacht werden, und ein hinzu kommendes drittes Metall wird sich in vielen Fällen mit jener schon bestehenden Legirung des Eisens mit Kohle, nicht vereinigen, wenn es sich auch mit dem reinen Eisen chemisch verbinden würde. Die Legirungen des Stahls mit Metallen, müssen sich also ganz anders verhalten, als die des Stabeisens mit denselben Legirungsmetallen. Die ersteren werden größtentheils Gemenge seyn, wenn die letzteren, wenigstens in vielen Fällen, als wirkliche chemische Verbindungen betrachtet werden können. Eben so muß, aus denselben Gründen, der Erfolg verschieden seyn, wenn das Legirungsmetall dem schon fertigen Stahl zugesetzt, oder wenn dieser Zusatz dem Eisen in dem Augenblick dargeboten wird, wo es sich aus seinen Oxyden, selbst bei einem Uebermaaß vorhandener Kohle, reducirt. Verbindungen die im ersten Fall nur Gemenge bleiben, indem das kohlehaltige Eisen von dem zugesetzten Legirungsmetall nichts aufnimmt, können im letzten Fall wirkliche chemische Verbindungen werden. Diese Betrachtungen geben wenigstens Aufschluß über das Verhalten von vielen sogenannten Stahllegirungen, z. B. mit Silber, Chrom, Platin, Silicium, Aluminium u. s. f., bei denen die Legirungsmetalle eine ganz andere Wirkung auf das physikalische Verhalten des Stahls äußern können, als sie auf das reine, keine Kohle enthaltende Eisen hervorbringen. — Auf der anderen Seite wird sich aber auch das Eisen, indem es sich bei den Schmelzprozessen im Großen aus seinen Erzen reducirt, auch leichter mit den metallischen Grundlagen verbinden können, welche in den Eisenerzen, und überhaupt in der

Beschickung, gemengt oder gemischt vorkommen können, als wenn die Legirung derselben metallischen Grundlagen mit dem kohlehaltigen Eisen unmittelbar vorgenommen wird. Bei der gleichzeitigen Reduction wird der Antheil Eisen, welcher eine sich mit reducirende Basis aufnimmt, sich nicht mit der Kohle verbinden, und daher können auf solche Weise Legirungen entstehen, die sich durch unmittelbares Zusammenschmelzen nicht darstellen lassen. Man kennt bis jetzt (vielleicht mit Ausnahme des Mangan) noch keine metallische Basen, welche ähnliche Karburete bilden, wie das Eisen im Zustande des Stahls und des Roheisens. Es ist daher auch nicht wahrscheinlich, daß die Basen mit dem kohlehaltigen Eisen eine chemische Verbindung eingehen; sondern man wird das Roheisen in den mehrsten Fällen als ein sehr inniges Gemenge von Kohleeisen mit einer Legirung aus Eisen und der sich gleichzeitig reducirenden Basis ansehen müssen. Bei dem sogenannten Legirungsstahl wird aber auch mehrentheils nur ein Gemenge von Kohleeisen mit dem zugesetzten Legirungsmetall erhalten, und das letztere bleibt von einer wirklichen chemischen Verbindung mit dem Eisen ausgeschlossen, wenn es nicht schon in einem mit Eisen legirten Zustande mit dem Stahl zusammengeschmolzen wird. Das Legirungsmetall wird daher auf die Festigkeit des Stabeisens und des unmittelbar aus den Erzen reducirten Roheisens, in einem ungleich höheren Grade nachtheilig wirken können, als bei der Legirung mit Stahl, oder auch mit dem schon gebildeten Roheisen.

Die Körper welche, außer der Kohle, gewöhnlich im Roheisen angetroffen werden, sind Phosphor, Silicium und Schwefel. Alle diese Beimischungen, welche wahrscheinlich als Phosphoreisen, als Schwefeleisen, als Siliciumeisen u. s. f. mit dem Kohleeisen im Roheisen verbunden sind, verändern den Charakter des Roheisens eben so wenig, als ein Gehalt des Roheisens an Mangan, Chrom, Arsenik u. s. f., denn die Bil-

dung des grauen oder des weißen Roheisens ist von diesen Beimischungen ganz unabhängig. Bewirkte das Legirungsmetall selbst, die Bildung des weißen Roheisens, so würde dieses mehr Mangan, mehr Silicium, mehr Phosphor u. s. f. enthalten müssen, als das aus denselben Erzeu dargestellte graue Roheisen. Dies ist aber so wenig der Fall, daß das graue Roheisen mehr Mangan und mehr Silicium enthält, als das weiße. In beiden Roheisenarten wird dagegen, wenn sie aus einerlei Erzen bereitet werden, dieselbe Menge Phosphor gefunden. Ein Siliciumgehalt des Roheisens von 1 Prozent (oder von 2 Prozent Kieselerde) ist schon sehr bedeutend. Das bei Koaks erblasene Roheisen erhält in der Regel mehr Silicium, als das bei Holzkohlen erzeugte. Der größte Siliciumgehalt den ich jemals im Roheisen gefunden habe, betrug 3,46 Prozent. Der Phosphorgehalt ist immer von dem zufälligen Phosphorsäuregehalt der Beschickung abhängig. Ein ganz reines Roheisen läßt sich durch die Reduction der Eisenerze nicht erhalten, sondern es muß künstlich aus reinem Stabeisen und aus Kohle, durch anhaltendes Cementiren des ersteren mit ausgeglühetem Kiehnruß, bereitet werden. Dies ganz reine Roheisen unterscheidet sich von dem gewöhnlichen, mit zufälligen Beimischungen verunreinigten Roheisen, in seinem Verhalten in der Schmelzhitze und zu anderen Körpern, durchaus nicht, sondern es bietet dieselben Erscheinungen in der Glüh- und Schmelzhitze dar, welche oben bei dem grauen und weißen Roheisen angegeben worden sind.

Je mehr Kohle das Eisen enthält, desto mehr wird im Allgemeinen die Auflösung desselben in Säuren verzögert, und ein desto höherer Grad der Temperatur ist zur völligen Auflösung erforderlich. Stabeisen und graues Roheisen lösen sich am schnellsten, und die weißen Roheisenarten am langsamsten auf.

Sehr verdünnte Schwefelsäure und verdünnte Salzsäure lösen das **Stabeisen** langsam, mit Hinterlassung eines schwar-

zen, graphitartigen Rückstandes auf, der aber noch dem Magnet folgsam ist, und beim Verbrennen rothes Eisenoxyd zurück läßt. Bleibt diese graphitische Substanz länger in den verdünnten Säuren liegen, so ändert sie sich in eine schwarzbraune, nicht mehr magnetische Kohle um, die durch Salpetersäure leicht in ein braunrothes Pulver verwandelt wird, welches sich, ohne einen Rückstand zu hinterlassen, noch vor dem Glühen verbrennen läßt. — Wird concentrirte Salpetersäure zur Auflösung des Stabeisens angewendet, so erfolgt dieselbe ohne allen Rückstand. Auch starke Schwefelsäure hinterläßt nur Spuren von einer schwarzbraunen, kohleartigen, leicht entzündbaren Substanz. Bei der Anwendung von Salpetersäure bleibt hingegen, wenn die Säure sehr verdünnt war, in der gewöhnlichen Temperatur eine rothbraun gefärbte Kohle zurück, welche sich durch Erhitzen der Flüssigkeit schnell, und fast immer vollständig auflößt, und die Auflösung braun färbt. Deshalb wird das Roheisen auch in nicht sehr verdünnter Salpetersäure, oder in Königswasser, wenn zugleich Siedhitze angewendet wird, ohne allen Rückstand aufgelößt.

Der weiche, nicht gehärtete Stahl verhält sich in verdünnter Schwefelsäure und Salzsäure eben so wie Stabeisen, nur bleibt in bedeutend größerer Menge die graphitische Substanz zurück, und die Auflösung erfolgt ungleich langsamer. Concentrirte Salzsäure giebt gar keinen Rückstand. Starke Schwefelsäure löset den Stahl ziemlich schnell auf, und es fallen dabei glänzende Blättchen ab, welche sich bald in schwarzbraune Kohle umändern. Wird die Flüssigkeit schnell von dem noch nicht aufgelößten Stahl abgegossen, ehe die schwarzen glänzenden Blättchen gänzlich in Kohle umgeändert sind, und wird die schon entstandene Kohle durch Aetzkali weggenommen, worin sie sich mit schwarzbrauner Farbe auflößt, so lassen sich jene Blättchen ziemlich rein darstellen. Sie behalten ihr metallisches Ansehen unter Wasser, verlieren es aber

bald bei der Einwirkung der Luft. Sie sind magnetisch, hinterlassen beim Verbrennen rothes Eisenoxyd, und erleiden durch Säuren dieselben Veränderungen, wie die graphitische Substanz aus dem Stabeisen. — In concentrirter Salpetersäure lößt sich der nicht gehärtete Stahl sehr schnell und unter heftiger Entwickelung von Salpetergas auf. Die Auflösung färbt sich stark braunroth, indem sich die glänzenden schwarzen Blättchen in röthlichbraune Kohle umändern, die zum großen Theil von der Säure aufgelößt werden. Aus der Auflösung des weichen Stahls in concentrirter Salpetersäure, läßt sich die graphitische Substanz in größerer Quantität als bei der Anwendung von starker Schwefelsäure darstellen. 100 Theile davon hinterlassen beim Glühen 82 bis 94 Theile Eisenoxyd. — Verdünnte Salpetersäure bewirkt eine langsamere Auflösung des weichen Stahls, ohne Absonderung von glänzenden Blättchen, indem bloß eine röthlichbraune, nicht magnetische Kohle zurück bleibt, die noch vor dem Glühen verbrennt. — Der langsam erkaltete Gußstahl verhält sich eben so, nur daß die Auflösung sehr viel langsamer erfolgt, und daß die glänzenden Blättchen, bei der Anwendung von Salpetersäure, fast in dem Augenblick wie sie abfallen, schon in röthlichbraune Kohle verwandelt werden. Hat der Gußstahl durch Schmieden ein dichteres Gefüge bekommen, so lassen sich die graphitischen Blättchen durch Salpetersäure gar nicht mehr darstellen, weil die Umänderung in röthlichbraune Kohle schon vor der Abtrennung von der Stahlmasse erfolgt. Die Flüssigkeit wird trübe, fast undurchsichtig, und bekommt eine dunkelrothe Farbe. Auf dem Boden des Auflösungsgefäßes setzt sich ein braunrothes Pulver ab, welches an Menge zunimmt, so wie sich die Flüssigkeit durch Ruhe klärt. Eine große Menge Kohle wird aber aufgelößt, und ertheilt der Flüssigkeit eine gelblichrothe Farbe. Der rothe Rückstand ist sehr leicht entzündlich, löst sich in Alkalien mit dunkler Farbe auf, und färbt das

Filtrum und die Aussüßwasser ohne Aufhören. In verdünnter Salzsäure löẞt sich der gehämmerte Gußstahl zu langsam auf, als daß sich die graphitartigen Blättchen ohne starke Beimengung von schwarzbrauner Kohle erhalten ließen. — Aller nicht gehärteter Stahl verhält sich gegen die Säuren auf ähnliche Weise. Bei einem großen Kohlegehalt des Stahls wird aber seine Auflöslichkeit in Säuren vermindert, und daher lassen sich die graphitartigen Blättchen um so weniger für sich darstellen, je mehr Kohle der Stahl aufgenommen hat.

Der gehärtete Stahl, wenigstens derjenige welcher den vollen Grad der Härte erhalten hat, löẞt sich in verdünnten Säuren ungemein schwer und langsam auf. In verdünnter Salzsäure bedeckt er sich nach einigen Tagen mit einem schwarzen Staube, und die Auflösung schreitet höchst langsam vor. Wird der schwarze Staub mit Sorgfalt weggenommen, und von den anhängenden, unaufgelöẞt gebliebenen Eisentheilen, durch längeres Liegen in verdünnter Salzsäure befreit, so verhält er sich wie schwarzbraune Kohle, die sich durch Salpetersäure in ein braunrothes Pulver umändert. In starker Salzsäure erfolgt die Auflösung beim Digeriren oder Sieden ganz vollständig, ohne daß etwas Kohle zurückbleibt. — Starke Schwefelsäure hinterläßt noch immer einen Rückstand von Kohle, und die verdünnte Schwefelsäure, obgleich sie den gehärteten Stahl etwas schneller angreift, bringt dieselben Erscheinungen hervor, wie die verdünnte Salzsäure. — Auch die verdünnte Salpetersäure wirkt sehr langsam. Bei der Anwendung einer Salpetersäure von 1,3 specifischem Gewicht färbt sich die Flüssigkeit in der gewöhnlichen Temperatur, unter sparsamer Entwickelung von Salpetergas, nach und nach braunroth, bleibt aber immer klar und helle. Vom Stahl lösen sich nach und nach schwarze Flocken mit Metallglanz ab, welche nicht magnetisch sind, aber von Aetzkali mit dunkelschwarzer Farbe aufgelöẞt werden, und ohne Rückstand von Eisenoxyd

leicht verbrennen. Bei längerer Einwirkung der Säure verwandeln sich die schwarzen metallischen Flocken in bräunlichrothes Pulver. Alle diese Erscheinungen treten schneller und mit starker Schaumbildung ein, wenn die Wirkung der Säure durch Siedhitze unterstützt wird. Dies, von der Umwandlung der schwarzen metallischen Substanz in das röthlichbraune Pulver herrührende Aufschäumen, ist so stark, daß die Flüssigkeit in einer heftig kochenden Bewegung zu seyn scheint. Ein Theil des röthlichbraunen Pulvers wird von der Säure aufgenommen, ein anderer Theil bleibt unaufgelößt zurück, und verbrennt mit Verpuffen, ohne Rückstand von Eisenoxyd.

Das weiße Roheisen lößt sich unter denselben Erscheinungen wie der gehärtete Stahl in Säuren auf, nur sind die Erscheinungen noch auffallender. Verdünnte Salzsäure und verdünnte Schwefelsäure wirken fast gar nicht mehr auf dieses Eisen, und erst nach Verlauf von mehreren Wochen, findet sich das weiße Roheisen mit einem schwarzen Staube bedeckt. Starke Salzsäure, von der Siedhitze unterstützt, bewirkt eine vollständige Auflösung, ohne alle Rückstand. Schwefelsäure hinterläßt, unter denselben Umständen, etwas Kohle von schwarzer Farbe und metallischem Ansehen. — Salpetersäure scheidet in der gewöhnlichen Temperatur schwarze Flocken ab, welche durch langes Liegen in der Säure braunroth gefärbt werden. In der Siedhitze tritt ein heftiges Aufschäumen ein, begleitet von den bei dem gehärteten Stahl angeführten Erscheinungen. Mit Königswasser verhält sich das Roheisen eben so wie mit Salpetersäure.

Das durch lange anhaltendes Glühen grau gefärbte und weich gewordene weiße Roheisen verhält sich, beim Auflösen in Säuren, eben so wie der durch Hämmern zu einem dichteren Gefüge gebrachte, nicht gehärtete Gußstahl. Das Ablösen der schwarzen und glänzenden Blättchen von graphitartigem Ansehen, ist kaum noch bemerkbar,

weil sie sogleich in die röthlichbraune Substanz umgeändert werden.

Das graue Roheisen wird von verdünnter Salz- und Schwefelsäure nur äußerst langsam angegriffen, und hinterläßt, nach Verlauf von mehreren Monaten, einen Rückstand, welcher die Kohle in einem sehr verschiedenen Zustande enthält. Ein Theil besteht aus Blättchen oder Schuppen, mit vollkommen metallischem Glanz und Ansehen, welche in Säuren und Alkalien unauflöslich sind, vom Magnet nicht gezogen, und nur langsam in der Glühhitze verzehrt werden, wenn die Luft freien Zutritt hat, ohne einen Rückstand zu hinterlassen. Diese Blättchen sind also Graphit, oder vielmehr Kohlemetall. Ein anderer Theil hat zwar auch graphitisches Ansehen, ist aber dem Magnet folgsam, und verhält sich genau so wie die Rückstände, welche der weiche Stahl mit Säuren giebt. Noch ein anderer Theil endlich hat eine schwarzbraune Farbe, ist nicht magnetisch, färbt die Kalilauge schwarz, und verbrennt schon, ehe der Tiegel glühend wird. Von diesen drei Körpern fehlt der Graphit niemals, dagegen läßt sich gewöhnlich nur die eine oder die andere von den beiden letzteren Substanzen in den Rückständen auffinden. — Concentrirte Salzsäure bewirkt eine schnellere Auflösung, welche durch Beihülfe von Wärme noch mehr befördert wird. Das sich entwickelnde Wasserstoffgas reißt dabei mechanisch Graphit mit sich fort. Der Rückstand enthält die Kohle in keinem anderen Zustande als in dem des Graphit, aber niemals kann das graue Roheisen ohne diesen Rückstand in Salzsäure aufgelößt werden. — Starke Schwefelsäure, unter denselben Umständen zur Auflösung angewendet, läßt, außer dem Graphit, auch noch schwarze, leicht verbrennliche, und dem Magnet nicht folgsame Kohle zurück. — Salpetersäure von 1,3 specifischem Gewicht, wirkt, in der gewöhnlichen Temperatur, nicht stark auf das graue Roheisen. Es bieten sich dabei Erscheinungen dar, die bald

mit denen übereinzustimmen scheinen, welche der weiche Stahl giebt, bald mit denen, welche sich beim Auflösen des harten Stahls zeigen. Jene treten ein, bei den am dunkelsten gefärbten, und bei den weichsten und geschmeidigsten Arten des grauen Rohreisens; diese bei den lichteren und härteren, weniger geschmeidigen Arten, besonders aber bei dem halbirten Roheisen. — Die Einwirkung der Säure findet scheinbar nicht ununterbrochen statt, sondern die Auflösung scheint von Zeit zu Zeit ganz aufzuhören, stellt sich dann aber, bei der Ablösung eines Graphitblättchens, mit sehr großer Heftigkeit wieder ein. Eben diese Erscheinung zeigt sich auch in einer, bis zum Siedepunkt erhöheten Temperatur, und jedesmal ist das heftige Fortschreiten der Auflösung, welches indeß nur mehrere Sekunden fortdauert, mit der Abtrennung eines Graphitblättchens verbunden, so daß der Graphit ganz deutlich als ein mechanisches Hinderniß wirkt, indem er das Eisen gegen die Einwirkung der Säure schützt. Die Färbung der Säure beweist aber, daß ein Theil von dem Kohlegehalt des Eisens mit aufgelößt worden ist. Der Rückstand besteht fast niemals aus reinem Graphit, sondern aus Graphit mit mehr oder weniger zu einem braunen Pulver veränderter Kohle. — Das Königswasser weicht in seinem Verhalten zum grauen Roheisen von dem der Salpetersäure nicht ab.

Die kohligen Substanzen, welche bei der Auflösung des Kohle haltenden Eisens in Säuren, als Produkte des Auflösungs-Prozesses erhalten werden, sind also von sehr verschiedener Art. Sie richten sich ganz nach der Beschaffenheit des Eisens. Reines Kohlenmetall (Graphit) wird nur aus dem grauen Roheisen ausgeschieden. Die Erscheinungen, mit welchen die Abtrennung des Graphit vom Eisen verbunden sind, lassen nicht daran zweifeln, daß das Kohlenmetall gar nicht chemisch mit dem Eisen verbunden war, sondern daß es sich im ungebundenen Zustande in dem Roheisen befand. Aber

die graphitartige Masse, welche sich aus dem nicht gehärteten Stahl, aus dem nicht abgelöschten Stabeisen, aus den weichen Abarten des grauen Roheisens, so wie aus dem, durch anhaltendes Glühen grau und weich gewordenen weißen Roheisen abscheidet, und welche durch die Einwirkung der Säuren so leicht zersetzt wird, daß sie für sich nicht darstellbar wird, ist nicht reines Kohlenmetall, auch nicht oxydirte oder sonst veränderte Kohle, wie der schwarzbraune Rückstand, den der gehärtete Stahl und das weiße Roheisen mit Salz- und Schwefelsäure hinterlassen, auch nicht übereinstimmend mit der noch stärker veränderten Kohle, nämlich mit dem röthlichbraunen Pulver, in welches die oxydirte (?) Kohle durch Salpetersäure umgeändert wird; sondern sie ist eine wirkliche Verbindung des Eisens mit Kohle, deren Zusammensetzung schwer zu bestimmen ist. Sie mag vorläufig Polykarburet des Eisens genannt werden, bis ihre Zusammensetzung einmal ausgemittelt seyn wird. Das Polykarburet hinterläßt 82 bis 94 Prozent Eisenoxyd beim Verbrennen. Ein Sechskärburet, nämlich eine Verbindung von 60 Eisen mit 40 Kohle (1 Mischungsgewicht Eisen mit 6 Mischungsgewichten Kohle) würde beim Verbrennen 86,5 Eisenoxyd hinterlassen müssen. Weil das Polykarburet bis jetzt noch nicht rein hat dargestellt werden können, so muß es noch unentschieden bleiben, ob diese Zusammensetzung die richtige ist.

Es bestätigt sich also durch die Erscheinungen beim Auflösen in Säuren, die große Uebereinstimmung des Verbindungszustandes der Kohle mit dem Eisen in dem gehärteten Stahl und in dem weißen Roheisen, so wie in dem, durch anhaltendes Glühen weich und grau gewordenen weißen Roheisen, und in dem nicht gehärteten Stahl. Das graue Roheisen verhält sich bald wie nicht gehärteter, bald wie gehärteter Stahl, welchem noch ungebundenes Kohlenmetall beigemengt ist. Das

halbirte Roheisen steht zwischen dem weißen und dem grauen Roheisen in der Mitte.

Bei der Einwirkung der Säure auf das kohlehaltige Eisen, nimmt nur der Graphit an den Veränderungen, welche das Eisen und die damit verbundene Kohle erleiden, nicht, oder doch nicht weiter Theil, als daß er auf mechanische Weise die Wirkung schwächt. Aber die mit dem Eisen chemisch verbundene Kohle, muß, bei der Einwirkung der Säuren, allen den Veränderungen unterliegen, welche das Eisen selbst erleidet. Bei den Säuren welche sich durch Wasserzersetzung wirksam zeigen, vereinigt sich der Wasserstoff mit der Kohle. Sie wird daher entweder gasförmig in Verbindung mit Wasserstoff verflüchtigt, oder sie nimmt außer dem Wasserstoff auch noch Sauerstoff auf, und bildet eine ölartige Flüssigkeit; oder sie bleibt als eine schwarze, leicht brennbare (oxydirte? oder hydrogenhaltende?) Substanz, unaufgelößt zurück. Bei den Säuren hingegen, die dadurch auf das Eisen wirken, daß sie selbst den Sauerstoff an dasselbe abtreten, muß die Kohle ebenfalls mit oxydirt werden, so daß sie entweder als kohlensaures (?) Gas entweicht, oder daß sie in einem besonderen oxydirten Zustande von der Säure mit aufgelößt wird, oder daß sie als stärker oxydirte Kohle, nämlich als ein röthlichbraunes, leicht entzündliches Pulver, zurückbleibt. Dieser Erfolg wird immer eintreten, wenn die Kohle mit der ganzen Masse des Eisens zu einer homogenen Verbindung vereinigt ist. Enthielte das Kohleeisen aber eine, in bestimmten Verhältnissen zusammengesetzte Verbindung von Kohle und Eisen, welche man sich in einem innigen Gemenge mit der übrigen Masse des Eisens denken kann, und widerstände diese Verbindung der Einwirkung der Säuren; so würde ein solches Karburet bei der Auflösung des Kohleeisens ganz in ähnlicher Art zurück bleiben, wie der Graphit bei der Auflösung des grauen Roheisens. Ein solches Karburet ist nun zwar wirklich in den oben angeführ-

ten Eisenarten vorhanden, aber es wird von den Säuren so schnell zerstört, daß es nur in einem nicht mehr vollkommenen Zustande erhalten werden kann. — Um dieser Veränderung, welche die Kohle und die Karburete in dem kohlehaltenden Eisen durch die Einwirkung der Säuren erleiden, zu entgehen, hat man versucht, die Eisenarten auf andere Weise zu zerlegen, und hat sich dazu besonders des Hornsilbers bedient. Aber auch sogar in Wasser, welches Salze mit alkalischer und erdiger Basis aufgelößt enthält, wird das Eisen, nach Verlauf von Jahren zerstört, welcher Zerstörung auch das den Säuren so sehr widerstehende Roheisen nicht entgeht. Man hat Gußeisen, welches eine lange Reihe von Jahren hindurch in der Tiefe des Meeres versenkt war, in einem ganz zerstörten Zustande wieder angetroffen. Die Wirkung der Salze erstreckte sich jedoch nur darauf, einen Theil des Eisens aufzulösen, während ein anderer Theil Eisen in Verbindung mit der Kohle zurück blieb. War das Eisen graues Roheisen, so bleibt mit dem Kohleeisen auch Grahhit zurück. Das Eisen erleidet dabei fast dieselben Veränderungen, als wenn es mit stark verdünnten Säuren lange Zeit stehen bleibt. Wahrscheinlich werden die salz- und schwefelsauren Salze im Meerwasser durch das Eisen zersetzt. Das zurückbleibende Kohleeisen (nicht der Graphit) besitzt die merkwürdige Eigenschaft, sich beim Trokkenwerden an der Luft, wahrscheinlich durch Wasserzersetzung, stark zu erhitzen, und sogar glühend zu werden, wie es auch bei dem Rückstand der Fall ist, welchen das mit schwachen Säuren längere Zeit behandelte Roheisen hinterläßt. Auch in reinem Wasser kann das Roheisen, durch die Länge der Zeit, in eine graphitische Masse verwandelt werden. Dann ist es die Kohlensäure, welche aus der Luft an das Wasser tritt, und das Eisen oxydirt. Diese Umänderung erfolgt höchst langsam, und ist, wegen des sich zugleich mit absetzenden Eisenrostes, nicht von den auffallenden Erscheinungen begleitet, welche das

durch Meerwasser oder durch schwache Säuren gebildete Kohle-eisen darbietet.

Die allmälige Zerstörung des Stahls und des Roheisens im Meerwasser u. s. f. gewährt also auch nicht das Mittel, um zu einem vollkommenen Aufschluß über die Verbindungszustände der Kohle mit dem Eisen zu gelangen. Auch bei der Zersetzung des Hornsilbers durch die verschiedenen Eisenarten, erleidet die Kohle schon eine Veränderung. Die weichen Eisenarten hinterlassen schwarzbraune, unmagnetische Kohle, und eine graphitische Masse, ganz derjenigen ähnlich, die durch Behandlung mit Säuren erhalten wird. Nach kurzer Zeit verwandelt sich aber auch diese graphitische Masse durch das Hornsilber in eine schwarzbraune Kohle, so daß man auch durch das Hornsilber das Polykarburet nicht rein, und ohne eine bereits erlittene Zersetzung darstellen kann. Zwar läßt es sich durch Hornsilber in größerer Menge, und vielleicht in größerer Reinheit als durch Auflösen in Säuren erhalten; allein es fehlt an einem sicheren Merkmal, woraus sich beurtheilen ließe, ob die Zerlegung weit genug, oder schon zu weit vorgeschritten ist. Das graue Roheisen läßt, außer dem Karburet, oder einer graphitischen Masse, auch noch das ungebundene Kohlenmetall im Zustande des Graphites zurück. Die harten Eisenarten geben bloß schwarzbraune Kohle, wenn die Zersetzung vollständig erfolgt ist. Aber der Prozeß schreitet bei den harten Eisenarten ungemein langsam fort, indem sich eine Kohlenrinde bildet, welche den noch unzersetzten Eisenkern umgiebt. Deshalb sowohl, als auch um die Menge der chemisch gebundenen Kohle in dem zu zersetzenden Roheisen möglichst zu vermindern, und die aus den Veränderungen, welche die gebundene Kohle erleidet, entspringenden Irrthümer bei der quantitativen Bestimmung des Kohlegehalts, so viel als möglich zu beseitigen; ist es vorzuziehen, das harte Roheisen, — welches nur gebundene Kohle enthält, — durch Schmelzen in verschlos-

senen Thontiegeln, und durch höchst langsames Erkalten, in weiches, graues Roheisen zu verwandeln, und dieses dann durch Hornsilber zu zersetzen. Bei dem gehärteten Stahl läßt sich dies Mittel zwar auch anwenden, allein mit einem weniger günstigen Erfolge, weil die chemisch gebundene Kohle nur in Polykarburet verwandelt wird, indem sich kein Kohlenmetall als Graphit ausscheidet.

Alle Erscheinungen, welche die verschiedenen Eisenarten beim Glühen, Schmelzen und Erstarren unter verschiedenen Umständen zeigen, so wie das physikalische und chemische Verhalten derselben, machen es im höchsten Grade wahrscheinlich, daß der Zustand, in welchem sich die Kohle im kohlehaltigen Eisen befindet, ein dreifacher ist, indem sie theils im nngebundenen Zustande, als Kohlenmetall (Graphit), vom Eisen aufgenommen wird, theils mit der ganzen Masse des Eisens verbunden, theils endlich mit einer gewissen Quantität Eisen zu einer bestimmten chemischen Verbindung (zu einem Polykarburet) vereinigt ist, und von einer anderen überwiegenden Quantität Eisen, welche an jener Verbindung keinen unmittelbaren Antheil nimmt, aufgelößt gehalten wird. Von der Menge der Kohle ist der Grad der Weichheit des Eisens niemals abhängig, sondern diese wird bloß durch das Ausscheiden, oder durch das bestimmtere Hervortreten der Kohle bedingt, sey es als freie, ungebundene Kohle, oder als Polykarburet. Bei den Untersuchungen, ob allen diesen Verbindungen bestimmte Mischungsgewichte zum Grunde liegen, oder ob sie nach ganz unbestimmten Verhältnissen statt finden, ist natürlich bei dem weißen Roheisen der Anfang zu machen, weil die Karburete, welche die weichen Eisenarten enthalten, über deren wahrscheinliche Zusammensetzung schon oben geredet ist, nur abgeleitete Verbindungen sind, deren Quantität von der Menge der Kohle überhaupt abhängig seyn muß, welche das Eisen aufgenommen haben kann.

Weil noch niemals weißes Roheisen angetroffen worden ist, welches über 5,3 Prozent Kohle enthält, und weil dies weiße Roheisen an Gewicht nicht zunimmt, wenn es lange Zeit im Kohlentiegel unter einer Decke von Kiehnruß in Fluß erhalten wird; so muß daraus geschlossen werden, daß das mit einer Umgebung von Kohle geschmolzene Eisen, nicht mehr als höchstens 5,3 Prozent Kohle aufzunehmen vermag. Dies ist etwa der Kohlegehalt, welcher in dem vollkommensten und reinsten weißen Roheisen mit den ausgezeichnetsten Spiegelflächen angetroffen wird. Dies Roheisen könnte man neutrales nennen, weil 2 Mischungsgewichte Eisen und 1 Mischungsgewicht Kohle dasselbe zusammensetzen, und ein wahres Subkarburet bilden. Versucht man es, den Kohlegehalt der anderen weißen Roheisenarten mit einem geringeren Kohlegehalt, auf ein bestimmtes Mischungsverhältniß zum Eisen zurück zu führen, so würde man jedes mögliche, folglich ganz unwahrscheinliche Verhältnisse, erhalten. Die Gleichartigkeit der Masse läßt es aber kaum bezweifeln, daß das Eisen und die Kohle sich in jedem weißen und harten Eisen in dem Zustande der gegenseitigen chemischen Bindung befinden, ohne daß ein Theil Eisen von dieser Verbindung ausgeschlossen wäre. Es scheint daraus zu folgen, daß sich Kohle und Eisen, bis zu einem gewissen Maximo des Kohlegehaltes, in allen Verhältnissen mit einander verbinden können, und daß diese Verbindung unter gewissen Umständen auch nicht aufgehoben wird.

Obgleich in dem weißen Roheisen mit vollkommenen Spiegelflächen, fast immer 5,25 Prozent (chemisch gebundene) Kohle gefunden werden; so ist die Abnahme eines blättrigen Gefüges, bei einem bis zu 4,25 Prozent verminderten Kohlegehalt, doch noch nicht sehr merklich. Schreitet aber die Verminderung des Kohlegehaltes noch weiter fort, so geht der Bruch aus dem blättrigen, strahligen und dichten, in einen körnigen über. Die weiße Farbe nimmt in demselben Ver-

hältniß ab, als das körnige Gefüge mehr hervortritt, und macht einer grauen Platz, die mit der fortgehenden Verminderung des Kohlegehaltes demnächst wieder lichter wird, je nachdem sich das Eisen, durch die unendlich vielen, kaum bemerkbaren Uebergänge, mehr dem stahlartigen Roheisen, oder dem roheisenartigen Stahl, dem eisenartigen Stahl oder dem stahlartigen Eisen nähert. Die sogenannten luckigen Flossen enthalten noch $3\frac{1}{2}$ Prozent Kohle, und verhalten sich schon wie ein sehr harter (nicht gehärteter) Stahl. Vielleicht wird man eine künstliche Gränze zwischen Roheisen und Stahl ziehen können, wenn man festsetzt, alles Kohle haltende Eisen, welches durch Schmelzen in verschlossenen Thontiegeln und durch sehr langsames Erstarren, Graphit ausscheidet (oder sich in graues Roheisen verwandelt), Roheisen zu nennen; die Benennung Stahl hingegen für dasjenige Eisen beizubehalten, welches bei einer ähnlichen Behandlung nur ein weiches Eisen giebt, in welchem die Isolirung der Kohle nur bis zur Bildung eines Polykarburetes fortgeschritten ist. Dann würde sich aber wahrscheinlich zeigen, daß mancher Gußstahl noch Roheisen genannt werden könnte, denn sein Kohlegehalt beträgt 2,8 bis 3 Prozent, bei den härtesten Arten vielleicht noch mehr, und dann muß er, bei höchst langsamen Erstarren, unbezweifelt noch Graphit ausscheiden. Bei dem sogenannten Rohstahl variirt der Kohlegehalt zwischen 2,3 und 1,25 Prozent. Cementstahl, den ich untersuchte, hielt nur 1,75 Prozent Kohle, auch wohl nur 1,3 Prozent; allein er gehörte zu den weicheren Stahlarten. Bei dem weichsten, eisenartigen Stahl, scheint der Kohlegehalt nicht unter 0,9 Prozent herabzusinken. Eisen von noch geringerem Kohlegehalt, würde mit gleichem Recht hartes Stabeisen als weicher Stahl zu nennen seyn, denn es giebt Stabeisen, welches 0,5 Prozent Kohle enthält, ein Kohlegehalt der fast allem harten, festen und vorzüglich guten Stabeisen zukommt. Selbst das weichste Stabeisen enthält noch 0,2 Pro-

zent Kohle. Nur das verbrannte Eisen ist ganz frei von Kohle.

Schwieriger ist es, sich eine richtige Vorstellung davon zu machen, wie das Polykarburet in dem geglüheten weißen Roheisen und in dem durch Glühen weich gemachten Stahl, mit der Masse des Eisens, welche an dieser Verbindung keinen Antheil nimmt, vereinigt seyn möge. Die Erscheinungen beim Auflösen dieser Eisenarten in Säuren, machen es nicht wahrscheinlich, daß alle vorhandene Kohle zur Bildung dieser Karburete verwendet wird, indem noch immer ein Theil Kohle mit dem Eisen verbunden bleibt, jedoch in einem solchen Verhältniß, daß die Geschmeidigkeit des Eisens nicht darunter leidet; also etwa in dem Verhältniß, wie es sich in dem festen und harten Stabeisen findet. Man wird sich also alles kohlehaltige weiche Eisen, welches nicht graues Roheisen ist, als ein inniges Gemenge von Eisen, welches noch einen geringen Antheil Kohle zurück behalten hat, mit jenem Polykarburet vorstellen müssen, dessen Zusammensetzung bis jetzt noch nicht bekannt ist. Gemische aus Kupfer und Zinn zeigen ein ganz ähnliches Verhalten, und wahrscheinlich wird man in der Folge mehrere Beispiele antreffen, wenn die Natur der metallischen Legirungen erst genauer untersucht seyn wird.

Ein bestimmtes Mischungsverhältniß des Eisens mit der Kohle im grauen Roheisen, läßt sich noch weniger erwarten, weil es in dem weißen Roheisen, aus welchem das graue entstanden ist, nicht angetroffen wird, und weil bei dieser Umänderung, nach Verschiedenheit der Umstände, bald mehr bald weniger Kohlenmetall ausgeschieden werden kann. Wichtiger ist es, den Zustand der Verbindung des Eisens mit Kohle zu kennen, in welchem sich die mit dem Graphit gemengte Masse des Eisens, aus welcher das graue Roheisen besteht, eigentlich befindet. Einige graue Roheisenarten scheinen wirklich noch etwas Polykarburet zu enthalten; bei mehreren dürfte indeß

die Kohle, welches sich als reines Metall nicht ausgeschieden hat, mit der ganzen Masse des Eisens verbunden seyn. Diese Verhältnisse sind indeß so schwierig zu ermitteln, daß es genügt, zu wissen, wieviel Kohle sich im ungebundenen, und wieviel sich im gebundenen Zustande in dem grauen Roheisen befindet. Es mögen hier die Analysen von fünf Arten von grauem Roheisen folgen, welche mit aller Sorgfalt angestellt sind, um den Kohlegehalt zu bestimmen:

In 100 Theilen grauem Roheisen	befinden sich:		
	gebundene Kohle	ungebundene Kohle	Summe des Kohlegehalts
Von der Sayner Hütte bei Koblenz, bei Holzkohlen aus Brauneisenstein erblasen	0,89	3,71	4,6
Von der Widdersteiner Hütte im Siegenschen, bei Holzkohlen aus Brauneisenstein, mit einem Zusatz von Spatheisenstein, erblasen	1,03	3,62	4,65
Von der Malapaner Hütte in Oberschlesien, aus Sphärosiderit bei Holzkohlen erblasen . . .	0,75	3,15	3,9
Von der Königshütte in Oberschlesien, aus ockrigem Brauneisenstein bei Koaks erblasen .	0,58	2,57	3,15
Ebenfalls daher, aber von einem weniger hitzigen Gange des Ofens	0,95	2,70	3,65

Diese Untersuchungen zeigen, daß das völlig graue Roheisen nur wenig gebundene Kohle enthält, weshalb es auch durch das plötzliche Ablöschen nach dem Glühen nicht den Grad der Härte erlangt, den der weichere Stahl bei dieser Behand-

lung erhalten würde. Sie zeigen ferner, daß der Kohlegehalt des grauen Roheisens geringer ist, als der des weißen Roheisens mit Spiegelflächen, und daß der Kohlegehalt sich vermindert, je größer die Hitze ist, bei der es im Hohenofen dargestellt wird. Das graue Roheisen würde, wegen des geringen Gehaltes an gebundener Kohle, eine große Geschmeidigkeit und Dehnbarkeit zeigen müssen, und dies würde auch ohne Zweifel der Fall seyn, wenn der Graphit nicht, auf eine ganz mechanische Weise, den Zusammenhang der Eisentheilchen unterbräche. Sehr merkwürdig ist es, daß das Roheisen in der gewöhnlichen Temperatur einen höheren Grad von Geschmeidigkeit zeigt, als wenn es im glühenden Zustande unter dem Hammer bearbeitet wird.

Alles weiße Roheisen welches wenig Kohle enthält (die luckigen Flossen), so wie der Gußstahl mit einem großen Kohlegehalt, ändern sich, eben so wie jedes andere weiße Roheisen mit dem größten Kohlegehalt, in graues Roheisen um, wenn sie in einer sehr starken Hitze im Thontiegel einige Zeit lang flüssig erhalten, und dann mit großer Sorgfalt langsam zum Erstarren gebracht werden. War die Schmelzhitze nicht groß genug gewesen, so erhält man nur weiches graues Eisen, welches keine ungebundene Kohle (Graphit), sondern ein Polykarburet enthält. Der Erfolg ist dann von demjenigen nicht verschieden, der durch das bloße anhaltende Glühen und langsame Erkalten hervorgebracht werden kann, obgleich in diesem Fall mehr Kohle, mit der ganzen Masse des Eisens verbunden, also an der Bildung des Polykarburetes keinen Antheil nehmend, zurück zu bleiben scheint. Dies ist auch der Grund, weshalb der gehärtete Stahl um so weicher wird, je länger und je stärker man ihn erhitzt.

Das Kohle haltende Eisen erhält durch Bestreichen mit Säuren eine dunklere Farbe als das Stabeisen. Je weicher das Eisen ist, desto lichter bleibt der Fleck, den die Säuren auf

der Oberfläche zurück lassen. So wie das Anlaufen ein Mittel ist, das härtere und das weichere Eisen durch die Farbenschattirung zu unterscheiden, und zu prüfen ob ein Stab aus durchaus gleichartigem Eisen besteht; so ist auch das Aetzen oder Beitzen der Oberfläche des Eisens, ein Mittel, die härteren und weicheren Stellen deutlich von einander zu unterscheiden. Man macht von dieser Wirkung der Säuren häufig absichtlich Gebrauch, um die härteren Stellen (beim echten Damast) recht deutlich hervortreten zu lassen. Dann muß man sich aber der Salpetersäure bedienen, indem die Salz- und Schwefelsäure zu einer Verbindung der Kohle mit Wasserstoff Anlaß geben, und daher oft gar nicht einmal einen schwarzen Fleck zurück lassen würden. — Zur Bestimmung des Kohlegehaltes des Roheisens hat Herr Berthier (Ann. de Chem. et de Phys. Juin 1830) in Vorschlag gebracht, das Roheisen in Feilspäne zu verwandeln, eine genau abgewogene Menge davon in eine flache Porcellanschaale zu bringen, und mit reiner, sehr verdünnter Essigsäure zu übergießen. Es entsteht sogleich eine Entwickelung von Wasserstoffgas, die aber aufhört, wenn man die Säure in ein anderes Gefäß abgießt, weil sich das Eisen dann auf Kosten der Luft weiter oxydirt, besonders wenn es immer mit Wasser feucht erhalten wird. Die Feilspäne rosten in kurzer Zeit so fest zusammen, daß sie mit einer Reibekeule in der Schaale zerrieben werden müssen. Dann schüttet man die abgegossene und zurück gestellte Essigsäure wieder auf, rührt das Gemenge wohl um, gießt die Säure vorsichtig wieder ab, und läßt die Späne abermals etwa 2 Tage lang ruhig an der Luft stehen. Dann wird die Säure wieder zurück gegossen, und das Verfahren so oft wiederholt, bis sich alles Eisen vollständig oxydirt hat. Weil die Oxydation nicht durch die Säure, sondern durch den Sauerstoff der Luft (ob nicht aber auch durch das Wasser?) bewirkt wird, so glaubt Herr Berthier, daß sich nur wenig Wasserstoff ent-

wickelt, und daß daher der Kohlegehalt des Eisens ziemlich genau gefunden werden müsse. Schon nach Verlauf von 8 Tagen ist die Oxydation erfolgt, wenn man nicht mehr als 10 Grammen Roheisen zur Untersuchung anwendet. Alsdann wird der Inhalt beider Schaalen vollständig zusammen gegossen, und etwas reine Salzsäure hinzugefügt, welche nur dann noch etwas Wasserstoffgas entwickelt, wenn die Oxydation des Eisens nicht vollständig erfolgt seyn sollte. Das oxydirte Eisen mit den Säuren wird in Digestionswärme gebracht, die Flüssigkeit bis zur Trockniß abgedampft, der Rückstand mit Wasser versetzt, und dann noch etwas Salzsäure hinzugefügt, welche Kohle und Kieselerde zurück läßt. Das Verhältniß beider wird bestimmt, indem man das Gemenge stark trocknet, das Gewicht aufsucht, die Kohle verbrennen läßt, und aus dem Gewicht der Kieselerde das der verbrannten Kohle findet.

Roheisen, welches bei seiner Bildung in den Schmelzöfen Schwefel aufzunehmen Gelegenheit hat, geht sehr schnell aus dem flüssigen in den festen Zustand über. Daher erscheint es auch, bei der geringsten Abnahme der Temperatur, schon ganz dickflüssig, mit rother Farbe, und deshalb ist es sehr schwer, sowohl im Großen, als bei der Tiegelprobe im Kleinen, graues Roheisen bei der Reduction Schwefel oder Schwefelsäure haltender Eisenerze zu bekommen. Es scheint nur ein höchst geringer Schwefelgehalt erforderlich zu seyn, um das Roheisen dickflüssig zu machen. Diese Dickflüssigkeit ist vielleicht auch die Ursache, weshalb alles Schwefel haltende Roheisen, besonders wenn es zur weißen Art gehört, viele Höhlungen und Blasenräume erhält. Roheisen, welches beim Verfrischen ein, wegen seines starken Rothbruchs durchaus unbrauchbares Stabeisen gab, enthielt nur 0,371 Procent Schwefel. Es war absichtlich, durch einen Zusatz von Gips zu der Beschickung, erzeugt worden, um den Einfluß des Schwefels auf das Roheisen zu beobachten. Daher ist es nicht zu glauben, daß irgend-

wo Eisenerze verschmolzen werden, aus welchen Roheisen mit einem größeren Schwefelgehalt ausgebracht wird.

Ein großer Phosphorgehalt ertheilt dem Roheisen einen schnellen, aber ruhigen Fluß. Das Roheisen bleibt auch lange flüssig, und eignet sich daher vorzüglich zur Anfertigung von Gußwaaren, weil es zugleich dünnflüssig ist. Bei einem Phosphorgehalt des Roheisens von 1,5 Prozent, ist indeß die Abnahme der Festigkeit des Roheisens schon sehr bemerkbar. Der Phosphorgehalt des Roheisens aus solchen Erzen, in denen sich gar kein Phosphor auffinden läßt, beträgt selten unter 0,2 Prozent. Der größte Phosphorgehalt den ich bisher im Roheisen aus Wiesenerzen gefunden habe, war 5,6 Prozent.

Die Reduction der Eisenoxyde durch Kohle. Sie erfolgt schon in einer schwachen Rothglühhitze. Das Eisenoxyd wird zuerst in ein magnetisches Oxydul umgeändert, überspringt also den Zustand des Oxyduls, und tritt sogleich aus dem des Oxydul-Oxyds in den metallischen. Die auf der Oberfläche eines Stückes Eisenoxyd eingeleitete Reduction, pflanzt sich bis zum Mittelpunkt desselben fort. Daher wird ein Stück Eisenerz im Schmelzofen, ungleich früher als die Schmelzung eintritt, vollständig in reguliniſches Eisen umgeändert, ohne einmal seine äußere Gestalt zu verändern, indem sich die Wirkung der Kohle auf eine nicht erklärbare Art bis zum Mittelpunkt der oxydirten Masse fortpflanzt. So lange als der innerste Kern eines Eisenoxyds noch keine Veränderung erlitten hat, bestehen die äußeren Schichten des zu reducirenden Stükkes noch aus Oxydul-Oxyd. Hat sich aber die Wirkung der Kohle bis zum Mittelpunkt erstreckt, so haben die äußeren Schichten schon allen Sauerstoff verloren, und stellen ein reines, kohlefreies Eisen dar. Sind auch die den innersten Kern bildenden Schichten vollständig desoxydirt, so werden die äußeren Schichten nicht mehr reines Eisen seyn, sondern sie haben schon Kohle aufgenommen. Dabei kann aber das redu-

cirte Metall die äußere Gestalt und den Umfang behalten, die es im oxydirten Zustande besaß, und erst alsdann, wenn die Temperatur sehr bedeutend erhöhet wird, treten die reducirten Theilchen näher zusammen, und vereinigen sich zuletzt zu einem Regulus, der nach dem Erstarren die Eigenschaften des Gußstahls oder des Roheisens besitzen kann, je nachdem die Schmelzung kürzere oder längere Zeit nach der statt gefundenen Reduction erfolgte, und der Regulus zugleich der ferneren Einwirkung der Kohle entzogen ward. Ob aber das Roheisen im Zustande des weißen oder des grauen Roheisens erhalten wird, ist ganz allein von der Temperatur abhängig, in welcher die Schmelzung statt findet. Würde die Temperatur noch vor der vollständigen Reduction so sehr erhöhet, daß eine Schmelzung eintritt, so würde das Resultat des Prozesses Stabeisen seyn, in sofern dasselbe nicht Gelegenheit hat, sich durch Aufnahme von Kohle, nach der erfolgten Schmelzung, in Stahl oder in Roheisen umzuändern.

Weil sich der Grad der Temperatur, durch das Verhältniß des Oxyds zu der Kohle, beliebig bestimmen läßt, so hat man dadurch ein einfaches Mittel, die Eisenerze beim Verschmelzen nach Willkühr auf Stabeisen, Stahl oder Roheisen zu benutzen. Von dem Roheisen hat man erst seit ein paar Jahrhunderten zur Gußwaarenbereitung Gebrauch gemacht. Früher stellte man das Stabeisen und den Stahl unmittelbar aus den Erzen dar. Dies geschieht auch jetzt noch in einigen Gegenden, entweder in Schachtöfen (Stücköfen), oder in Heerden (Rennheerden, Luppenfeuern). Seitdem man aber eingesehen hat, daß man den Eisengehalt der Eisenerze nur dadurch vollständig gewinnen kann, daß man das reducirte Erz nicht eher in Schmelzhitze bringt, als bis sich das reguliniſche Metall mit Kohle verbunden hat, ist die Benutzung der Eisenerze auf Roheisen (in Blauöfen und in Hohenöfen) fast ganz allgemein geworden. Durch dies Verfahren ist aber wieder

die Nothwendigkeit eingetreten, das aus den Erzen erhaltene Roheisen von seinem Kohlegehalt zu befreien, um Stabeisen oder Stahl zu gewinnen. Man nennt das Entkohlen des Roheisens das Frischen. Der Frischprozeß wird entweder in Heerden (Frischheerden, Frischfeuern), in welchen das Roheisen unmittelbar mit Kohle und mit einem hineingeführten Luftstrom in Berührung kommt, — oder in Flammenöfen vorgenommen, auf deren Heerden das Roheisen in einem glühenden Luftstrom bearbeitet wird. Den Stahl bereitet man entweder aus Roheisen, welchem in den Frischheerden die Kohle nicht vollständig entzogen wird; oder aus Stabeisen, dem man durch Cementiren einen Kohlegehalt mittheilt. Die metallurgische Behandlung der Eisenerze und der verschiedenen Eisenarten zerfällt daher in drei große Haupt-Abtheilungen.

I. Die Roheisenerzeugung. Dahin gehört, als Unter-Abtheilung, das Verfahren beim Umschmelzen des Roheisens (zur Anfertigung von Gußwaaren) in Tiegeln, in Schachtöfen (Sturzöfen und Kupolöfen) und in Flammenöfen.

II. Die Stabeisenbereitung.
   A. Unmittelbar aus den Eisenerzen.
   B. Aus dem Roheisen.

III. Die Stahlbereitung.
   A. Unmittelbar aus den Eisenerzen.
   B. Aus Roheisen.
   C. Aus Stabeisen.
   D. Die Gußstahlbereitung, durch Umschmelzen des Stahls, gewöhnlich des Cementstahls.

Von den Eisenerzen und von deren Behandlung vor dem Verschmelzen.

Der Metallurg nennt alle Mineralien, welche so viel Eisen enthalten, daß sie mit Vortheil angewendet werden können, um ihren Eisengehalt durch den Schmelzprozeß im Gro-

ßen zu gewinnen, Eisenerze. Dagegen können, metallurgisch betrachtet, diejenigen Mineralien nicht Eisenerze genannt werden, welche zwar einen großen, häufig sogar einen überwiegenden Eisengehalt besitzen, sich aber auf Eisen nicht benutzen lassen. Das Eisen ist in der Natur ganz allgemein verbreitet, und findet sich unter allen Breiten der Erdkugel. Es kommt in einem sehr verschiedenen Verbindungszustande vor. Glücklicherweise sind diejenigen Verbindungen des Eisens, aus welchen wir dies Metall durch den Schmelzprozeß darstellen können, zugleich die am häufigsten in der Erdrinde vorkommenden. Diejenigen Mineralien, in welchen das Eisen mit Körpern verbunden ist, deren vollständige Abscheidung ohne ökonomische Vortheile nicht geschehen kann, müssen zuweilen sorgfältig ausgeklaubt werden; zuweilen finden sie sich aber in einer so großen Menge bei den eigentlichen Eisenerzen, daß sie diese selbst zur Benutzung unbrauchbar machen.

I. Gediegen Eisen. Das Vorkommen des tellurischen ist noch immer problematisch, indem diejenigen Beispiele welche bisher davon angeführt worden sind, theils nicht erwiesen werden können, theils eine andere Erklärung über die Entstehung desselben zulassen. Das meteorische gediegene Eisen scheint immer durch einen Gehalt von Nickel, zuweilen auch von Kobalt charakterisirt zu seyn. Man hat aber auch Chrom und Schwefel darin aufgefunden.

II. Eisen mit Schwefel verbunden. Theils als Schwefelkies, theils als Magnetkies. Obgleich die Möglichkeit, aus Schwefeleisen ein ganz schwefelfreies, durchaus nicht rothbrüchiges Eisen darzustellen, nicht geläugnet werden kann; so würde dazu doch eine so sorgfältige und oft wiederholte Röstung erforderlich seyn, daß der Werth des dargestellten Eisens mit den Kosten der Erzeugung desselben nicht im Verhältniß steht. Weil eine sehr geringe Menge Schwefel das Eisen schon ganz unbrauchbar machen kann, so sind Schwefel- und

Magnetkies eben so unwillkommene Begleiter der Eisenerze, als Gips und Schwerspath. Kommt das Schwefeleisen nicht zu häufig vor, so läßt sich durch Rösten, Verwittern und Auslaugen der Eisenerze, der Schwefelgehalt zuweilen bis zu dem Grade vermindern, daß der Einfluß dieser nachtheiligen Beimengung, ziemlich unschädlich wird.

III. Eisen mit Arsenik verbunden. Theils als Arsenikkies, theils als Arsenikalkies. Auch diese Verbindung kann nicht als Eisenerz betrachtet werden, weil sich das Arsenik durch Rösten nicht vollständig entfernen läßt, und weil ein geringer Rückhalt von Arsenik das Eisen unbrauchbar macht. Das Arsenikeisen hat der Metallurg bei der Verarbeitung der Eisenerze indeß, wegen seines minder häufigen Vorkommens, weniger zu fürchten als das Schwefeleisen. Wo aber eine Verunreinigung der Eisenerze mit Arsenikeisen vorkommt, da ist es schwer, den nachtheiligen Einfluß des Arsenik auf das darzustellende Eisen zu entfernen.

IV. Eisen in Verbindung mit Sauerstoff im unvollkommenen Oxydationszustande. Charakterisirt durch einen schwarzen oder grauen Strich, und durch oktaëdrische Form. Die Erze, welche unter dem Namen: Magneteisenstein bekannt sind, folgen dem Magnet schon im rohen, nicht geglüheten Zustande. Der Magneteisenstein kommt nicht immer derb, sondern mit sehr vielen Gebirgsarten, besonders mit Quarz, Granat, Hornblende, Kalkspath, Schwerspath, Flußspath, Apatit, Asbest u. s. f. gemengt vor, die ihn bald leicht= bald strengflüssig machen. Fast immer findet sich etwas Schwefelkies in seiner Begleitung, weshalb man ihn vor dem Verschmelzen gewöhnlich röstet. Auch Blende, Bleiglanz und Arsenikkies pflegen Gefährten dieses Erzes zu seyn. In einigen Gegenden kommt er häufig mit Titaneisen vor, und wird dadurch strengflüssig. Er giebt vortreffliches, hartes Eisen, erfordert aber eine sorgfältige Behandlung, im Ofen sowohl als

vor dem Verschmelzen, weil er häufig mit Schwefelverbindungen und mit Apatit zusammen bricht, die ihn zur Anwendung unbrauchbar machen, wenn sie durch Klauben und Aufbereiten nicht abgesondert werden können. Man betrachtet den reinen Magneteisenstein als eine Zusammensetzung von 1 Mischungsgewicht Oxydul und 2 Mischungsgewichten Oxyd, also etwa aus 30,99 Oxydul und 69,01 Oxyd. Ich habe mehrere Magneteisensteine aus Schweden, Sachsen und Tyrol untersucht, welche diese Zusammensetzung bestätigen. Ganz reiner Magneteisenstein würde also 71,785 Prozent Eisen enthalten. Es giebt Magneteisensteine (Capao in Brasilien; la Plata) welche beim Zerreiben ein rothes Pulver bilden, und die auch einen rothen Strich haben. Diese Erze sind wirkliche Magneteisensteine, denen Eisenglanz beigemengt ist. Auch Titaneisen kommt nicht selten als Beimengung des in den vollkommensten Oktaëdern krystallisirten Magneteisensteins vor.

V. Eisen in Verbindung mit Sauerstoff im vollkommenen Oxydationszustande. Charakterisirt durch einen rothen, braunen oder gelben Strich, und durch rhomboëdrische Form. Sie sind weder im rohen noch im geglüheten Zustande dem Magnet folgsam; oder sie werden, wenn sie etwas Oxydul in der Mischung enthalten, doch nur sehr schwach angezogen. Diese Reihe von Eisenerzen zerfällt in zwei große Unterabtheilungen, von denen die eine die Eisenoxyde ohne Wasser, und die zweite die Oxyde mit Wasser in sich begreift.

A. Eisenoxyde ohne Wasser. Mehr oder weniger eine rothe Farbe des Striches und des gepulverten Erzes, die sich durch Glühen nicht verändert. Eisenglanz, Glanzeisenstein und Rotheisenstein. Eisenglanz und Rotheisenstein sind in ihrer Zusammensetzung durchaus nicht verschieden. Die Verschiedenheit im äußeren Ansehen ist wahrscheinlich nur eine Folge des dichteren Gefüges des Eisenglanzes, weshalb sich auch der Rotheisenstein ziemlich leicht, der Eisenglanz aber

fast gar nicht in Säuren auflöst. Die Benennungen: Gemeiner Eisenglanz, Eisenglimmer, fasriger Rotheisenstein (rother Glaskopf), dichter Rotheisenstein, Eisenrahm, Eisenocker u. a. beziehen sich auf zufällige äußere Gestalten, und sind ganz unwesentlich. Eisenglanz und Rotheisenstein kommen in der Regel mit Quarz, Eisenkiesel, Jaspis, Hornstein, Feldspath, und mit anderen kiesel- und thonhaltigen Fossilien vor, von denen sie nicht immer durch Ausklauben getrennt werden können, und wodurch sie oft im hohen Grade strengflüssig werden. Schwefelkies ist kein sehr häufiger Begleiter des Rotheisensteins, wohl aber der Schwerspath, der ihn zuweilen zur Verarbeitung ganz unbrauchbar machen kann. Der Rotheisenstein giebt ein vortreffliches Eisen, von welchem gewöhnlich behauptet wird, daß es einen hohen Grad von Zähigkeit, Weichheit und Geschmeidigkeit besitze. Die chemischen Analysen des Eisenglanzes und Rotheisensteins würden nachzuweisen haben, ob das natürliche Eisenoxyd geringe Quantitäten von Beimischungen aufnimmt, die seinen Charakter nicht verändern. Titansäure und Kieselerde scheinen solche Beimischungen zu seyn, die zuweilen mit dem Eisenoxyd chemisch verbunden, und nicht mechanisch mit demselben gemengt, angetroffen werden. Ungleich häufiger kommt aber der Rotheisenstein in einem innigen Gemenge mit Kieselthon, auch wohl mit kohlensaurer Kalkerde vor, wodurch er seinen Glanz verliert, und ein erdiges Ansehen erhält, ohne jedoch den durch das rothe Eisenoxyd ausgezeichneten Charakter einzubüßen. Ein solches Gemenge ist der sogenannte R o t h e T h o n e i s e n s t e i n, und auch von diesem hat man eine Menge von unnöthigen Unterabtheilungen gemacht, die sich auf die zufällige äußere Gestalt beziehen. Der Rotheisenstein enthält indeß nicht immer die mechanischen Beimengungen in einem so fein zertheilten Zustande, daß er dadurch das Ansehen des Thoneisensteins bekommt, sondern er erscheint in anderen Fällen auch als eine dichte

Masse von Rotheisenstein, die durch beigemengte Gebirgsarten (gewöhnlich Thonschiefer) verunreinigt wird. Als Thoneisenstein kommt er in den jüngeren Gebirgsformationen vor, und als mit Gangarten verunreinigter Rotheisenstein im älteren Gebirge. Diese Beimengungen lassen sich durch Ausklauben zuweilen gar nicht absondern, und machen den Rotheisenstein dann unschmelzwürdig. Es ist einleuchtend, daß die Gemengtheile des rothen Thoneisensteins sehr verschieden seyn können, weil sie zufällig sind, und nicht zur wesentlichen Zusammensetzung des Erzes gehören.

B. Eisenoxyd mit Wasser. Brauner oder gelber Strich, und ein eben so gefärbtes Pulver. Weder vor noch nach dem Glühen dem Magnet folgsam. Die braune oder gelbe Farbe ändert sich in der Glühhitze in eine rothe oder bräunlichrothe um, indem der Wassergehalt verflüchtigt wird. Brauneisenstein, Gelbeisenstein, Schwarzeisenstein. Die gewöhnliche Zusammensetzung des Eisenoxydhydrats in den Brauneisensteinen ist die, daß 3 Mischungsgewichte Wasser mit 2 Mischungsgewichten Eisenoxyd verbunden sind, so daß der ganz reine Brauneisenstein aus 85,3 Eisenoxyd und 14,7 Wasser besteht. Es kommen aber auch Brauneisensteine vor, die mehr, und andere die weniger Wasser enthalten. So enthält z. B. der Pyrosyderit (Göthit, Rubinglimmer) ungleich weniger Wasser als der gewöhnliche Brauneisenstein. Die gelbe Farbe des Striches, oder des Erzpulvers, deutet nicht immer auf einen größeren Wassergehalt, sondern die braunen und gelben Farbennuancirungen scheinen noch mehr von der mechanischen geringeren oder größeren Auflockerung des Erzes herzurühren. Das Mangan ist in den Brauneisensteinen häufig anzutreffen, obgleich die Beimischung des Manganoxyd (Oxydul-Oxyds?) selten einige Prozente beträgt. Alle Brauneisensteine die viel Manganoxyd in der Mischung enthalten, bekommen nach dem Glühen keine rothe, sondern eine braunrothe Farbe.

Der Schwarzeisenstein ist nichts anders als Brauneisenstein mit einem großen Gehalt von Manganoxyd. Außer der Kieselerde enthalten die Brauneisensteine zuweilen eine kleine Quantität Phosphorsäure in der Mischung, oder es mag ihnen auch phosphorsaures oxydirtes Eisen bloß beigemengt seyn. Weil der Phosphorsäuregehalt nicht immer dem Auge deutlich erkennbar ist, so können die Beimischungen von dieser Säure, wenn sie bedeutend sind, oft große Nachtheile für die Beschaffenheit des Eisens hervorbringen. Mit den Beimengungen des Brauneisensteins verhält es sich fast eben so wie mit denen des Rotheisensteins. Im älteren Gebirge behält der Brauneisenstein seinen Charakter, wenn ihm auch Bergarten, besonders Quarz, Schwerspath und Kalkspath beigemengt sind. Er wird dadurch mehr oder weniger strengflüssig, und erfordert häufig ein sorgfältiges Ausklauben, besonders wenn Schwerspath mit einbricht. Im jüngeren Gebirge wird das Gemenge des Brauneisensteins mit Silikaten, vorzüglich mit Kieselthon, und oft sogar mit Sand, zuweilen so innig, daß das Erz dann ein ganz gleichartiges Ansehen erhält. Solche Gemenge mit Kieselthon und Sand, sind unter dem Namen der Bohnenerze und des braunen und gelben Thoneisensteins bekannt. Auch die Gelberde und Umbra gehören hierher. Der Thoneisenstein enthält häufig aber auch bedeutende Quantitäten von Kieselerde in chemischer Verbindung mit dem Oxyd, und nicht bloß als Gemenge. Der Uebergang aus dem Brauneisenstein in den braunen Thoneisenstein ist zuweilen so unmerklich, daß oft nur das mechanische Gefüge, oder der Lockerheitszustand des Erzes, zu dieser oder zu jener Benennung Veranlassung giebt. Aber es giebt auch Uebergänge aus dem braunen Thoneisenstein in wirkliche Eisenoxyd-Silikate, so daß es oft zweifelhaft wird, ob das Erz ein brauner Thoneisenstein oder eine wirkliche Silikatverbindung zu nennen ist. — Diejenigen Brauneisensteine, welche durch die

successive Zersetzung der Spatheisensteine aus diesen entstanden sind, werden in manchen Gegenden **Braunerze** (mines douces) genannt. Wenn die Zersetzung noch nicht vollständig erfolgt ist, heißen sie **Blauerze**. Diese Braunerze enthalten häufig noch Beimengungen von kohlensaurer Kalk- und Bittererde, weil diese, in den Spatheisensteinen häufig vorkommenden Beimischungen, ihre Kohlensäure noch nicht verloren haben. Nach ganz zufälligen Aggregatverhältnissen hat man beim Brauneisenstein und bei dem braunen Thoneisenstein mehrere Benennungen eingeführt, z. B. Pyrosiderit, Lepidokrokit, Stilpnosiderit, brauner Glaskopf, schwarzer Glaskopf, Pecheisenstein, Wad, Linsenerz, Bohnenerz, Eisenniere u. s. f., welche indeß sämmtlich Verbindungen des Eisenoxyds mit Wasser, mit oder ohne Beimengungen, also Brauneisenstein oder brauner Thoneisenstein sind. Die verschiedenen bis jetzt bekannten Analysen von den natürlichen Eisenoxyd-Hydraten haben auch nur ein lokales Interesse, indem sie zeigen, ob diesem oder jenem Erz mehr oder weniger Mangan, Kieselerde, Kieselthon und Thonerde beigemischt oder beigemengt ist.

Zu den natürlichen Eisenoxyd-Hydraten kann man auch das **Wiesenerz** oder den **Raaseneisenstein** (Hartstein, Kaulstein, Lindstein) rechnen, weil die wesentliche Zusammensetzung dieses Erzes Eisenoxyd und Wasser ist. Fast immer enthält es auch noch Eisenoxydul, und sehr selten dürfte gar kein Manganoxyd darin gefunden werden. Die Humussäure, welche in den Wiesenerzen vorkommt, hat für den Metallurgen kein Interesse, indem sie, eben so wenig wie der Wassergehalt, bei der Verschmelzung der Erze in Betracht kommt. Dagegen ist die Phosphorsäure ein sehr unwillkommener Bestandtheil der Wiesenerze, der niemals fehlt. Diese Erze sind ein Erzeugniß der neuesten Zeiten, und werden noch täglich durch Zusammenschwemmungen gebildet. Ihre Zusammensetzung ist daher von vielen zufälligen Umständen abhängig,

und sie wird sich zum Theil nach der Beschafffenheit des Bodens richten, auf welchem sie sich erzeugen. Die gewöhnlichen Beimengungen sind Sand und Kieselthon, zuweilen kohlensaure Kalkerde und kohlensaure Bittererde. Wiesenerze die sich in der Nähe von Gebirgen bilden, welche Chromeisenstein führen, enthalten auch Chrom. Der Phosphorsäuregehalt ist sehr verschieden, und variirt von $\frac{1}{4}$ bis 6 Prozent und darüber. Die Wiesenerze (auch Sumpf- und Morasterze genannt), gehören zu den leicht reducirbaren und leichtflüssigen Eisenerzen. Das Roheisen aus Wiesenerzen ist sehr dünnflüssig, füllt die Formen beim Guß sehr gut aus, enthält aber wenigstens so viel Phosphor, als sich in dem ganzen Phosphorsäuregehalt des verschmolzenen Erzes befindet, weil alles Phosphat zu Phosphoreisen reducirt wird, und sich in dem Roheisen ansammelt, ohne daß ein Theil in die Schlacke gebracht würde. Die Wiesenerze geben daher im Allgemeinen ein kaltbrüchiges Eisen, obgleich auch Wiesenerze mit einem so geringen Phosphorsäuregehalt vorkommen, daß sich aus dem Roheisen ein gutes und festes Stabeisen bereiten läßt.

VI. Oxydires Eisen, in Verbindung mit Säuren, oder mit anderen oxydirten Körpern, welche die Stelle der Säure vertreten. Unter diesen Verbindungen des oxydirten Eisens, werden zwar nur diejenigen als eigentliche Eisenerze angesehen, welche das Eisenoxydul in Verbindung mit Kohlensäure enthalten; es kommen aber auch Silikate des Eisens vor, deren man sich, obgleich nicht sehr häufig, als Eisenerze bedient. Die Verbindungen einiger anderen Metalloxyde und Säuren mit dem oxydirten Eisen, erfordern indeß die Aufmerksamkeit des Metallurgen, theils weil sie häufig mit den Eisenerzen vorkommen, und auch in die Beschickung beim Schmelzen mit eingehen, theils weil es nothwendig ist, ihre Zusammensetzung zu kennen, um sie so viel als möglich zu entfernen.

A. Oxydirtes Eisen mit Titansäure. Titaneisen, Iserin, Mänakanit, Titan haltiger Magnet-Eisensand. Titaneisen findet sich nicht selten in Begleitung mit den Eisenerzen. In geringen Quantitäten scheint der Titansäuregehalt der Beschickung ganz gleichgültig zu seyn; in größeren Quantitäten soll die Beschickung sehr strengflüssig werden. Ob aber wirklich ein Theil des Titan anders als ganz mechanisch mit in das Roheisen geführt, und ob beim Verfrischen des Roheisens nicht alles Titan vollständig abgesondert wird, so daß davon nichts in das Stabeisen mit übergeht, ist noch näher zu untersuchen.

B. Oxydirtes Eisen mit Wolframsäure. Wolfram. Man kennt den Einfluß des Wolframmetalles auf das Eisen nicht; indeß ist mir auch kein Eisenerz bekannt, welches in Begleitung von Wolfram, oder von wolframsaurer Kalkerde, im Großen verarbeitet würde.

C. Oxydirtes Eisen mit Chromoxydul. Chromeisenstein. Sehr oft ist das Chromoxydul im Chromeisenstein an zwei Basen, nämlich an dem oxydirten Eisen und an Thonerde gebunden. Das Chromeisen scheint in sehr geringen Quantitäten den Eisenerzen von den jüngeren Formationen (den Thoneisensteinen, besonders auch den Sphärosideriten), beigemengt zu seyn, weil nicht selten ein geringer Chromgehalt in dem aus jenen Erzen gewonnenen Roheisen gefunden wird. In dem Stabeisen aus solchem Roheisen habe ich hingegen keine Chromspuren mehr aufgefunden, so daß es zweifelhaft ist, ob sich das Chrom in chemischer Verbindung mit dem Roheisen befindet.

D. Oxydirtes Eisen mit Kieselerde. Bisher noch niemals für sich allein, sondern stets in Verbindung mit anderen Silikaten gefunden. Obgleich sehr viele Fossilien in ihrer Mischung auch Silikate des oxydirten Eisens enthalten; so gehören die Eisensilikate doch zu den selten vorkommenden Eisen-

erzen, weil die Verbindung mit den Erdensilikaten den Eisengehalt des Fossils so vermindert, daß die Benutzung desselben auf Eisen nicht geschehen kann. Nur in wenigen Gegenden sind die Eisensilikate das eigentliche Eisenerz; gewöhnlich werden sie als Begleiter von Magneteisensteinen oder von anderen Erzen mit verschmolzen. Sie dienen dann gewöhnlich als Fluß befördernde Mittel, und tragen durch ihren eigenen Eisengehalt zur Vermehrung des Ausbringens aus den Erzen bei. Auch die Thoneisensteine nnd die unreinen Spatheisensteine aus den jüngeren Gebirgsformationen, enthalten zuweilen Beimengungen von Silikaten, in deren Mischung ein Silikat des Eisens mit befindlich ist. Solche Thoneisensteine zeichnen sich dann durch ein dichteres, und so zu sagen steinartiges Ansehen aus, und stehen auf der Gränze zwischen den Brauneisensteinen und den Eisensilikaten. Von den eigentlichen Thoneisensteinen, nämlich von den Eisenoxyden oder Eisenoxydhydraten, welche durch eine bloße Beimengung von Silikaten (am häufigsten nur Thonerdesilikat) ein erdartiges Ansehen erhalten haben, müssen die wirklichen Silikatverbindungen des oxydirten Eisens wohl unterschieden werden. Man kann diejenigen Eisenerze, welche so viel Eisensilikat enthalten, daß der Charakter des Erzes dadurch bestimmt wird, Kieseleisensteine nennen, und es wird die Benennung: Thoneisenstein, nur für diejenigen Eisenerze beizubehalten seyn, welche das Eisenoxyd oder das Eisenoxydhydrat vorwaltend, und im Gemenge mit Silikaten enthalten. Der Kieseleisenstein enthält das oxydirte Eisen theils im Zustande des Oxyduls, theils in dem des Oxyds, und er bekommt nach den verschiedenen Oxydationszuständen des Eisens, ein sehr verschiedenartiges Ansehen. Kieseleisensteine welche Oxydul enthalten, zeichnen sich durch hellrothe, blaue und grüne Farben aus, die bald lichter, bald dunkler sind. Die grüne Farbe scheint durch den Wassergehalt veranlaßt zu werden. Magnetisch sind diese Erze nur dann,

wenn sie Subsilikate sind; schon die Silikate scheinen dem Magnet nicht mehr folgsam zu seyn. Enthalten die Kieselsteine Eisenoxyd, so haben sie eine gelbe, oder eine röthlichgelbe, oder eine dunkelrothe oder dunkelgrüne Farbe. Die gelbe Farbe rührt vom Wassergehalt her. Vom Magnet werden sie natürlich niemals angezogen. Durch das Verhalten gegen die Säuren unterscheidet sich der Kieselstein sehr wesentlich von dem Thoneisenstein. Aus dem letzteren zieht die Salzsäure den ganzen Eisengehalt, und läßt das beigemengte Silikat als ein staubiges, oft sandartiges Pulver zurück. Der Kieseleisenstein wird dagegen von der Salzsäure äußerst wenig angegriffen, und eine vollständige Auflösung erfolgt nur dann, wenn der Kieseleisenstein ein Subsilikat ist. Alsdann bleibt aber die Kieselerde, wie gewöhnlich, in Gestalt einer Gallerte zurück. Das Verhalten des Kieseleisensteins beim Verschmelzen, hängt zum Theil von den übrigen beigemischten Silikaten ab. In der Regel ist er aber sehr leichtflüssig, und geneigt, weißes Roheisen mit dunkel gefärbter Schlacke zu geben, wenn zu wenig Kalkstein zur Beschickung gekommen ist. Der Kalkstein ist für diese Erze kein Fluß beförderndes, sondern die Flüssigkeit erschwerendes Mittel. Viele Kieseleisensteine, die andere Silikate in der Mischung enthalten, können für sich allein, und ohne Zuschläge verschmolzen werden. Es hängt indeß theils von dem Verhältniß und auch von der Art der Silikate, theils aber auch von der Beschaffenheit und Einrichtung des Ofens und des Gebläses ab, ob der Gang durch Zusatz von zweckmäßig gewählten Flüssen nicht verbessert werden kann. Ganz reine Kieseleisensteine können für sich nicht gut verschmolzen werden. Die Bisilikate würden nur wenig Eisen abgeben, und es würde etwa so viel Eisenoxydul in der Schlacke zurückbleiben, als nöthig ist, damit die Kieselerde mit dem Eisenoxydul ein Trisilikat bildet. Die Silikate und Subsilikate würden nach Verhältniß ihres größeren Eisenge-

haltes zwar mehr Eisen abgeben, aber immer würde die Schlacke ein Eisenoxydul-Trisilikat bleiben. Alle Kieseleisensteine halten daher, ohne Zuschläge, sehr viel Eisen zurück. Sie geben eine schwarze Schlacke und weißes Roheisen, und verlieren ihre große Leichtflüssigkeit nur dann, wenn sie mit Kalkstein in gehörigem Verhältniß beschickt werden, wobei der unreine, Kieselthon haltende Kalkstein, oft bessere Dienste leistet, als der ganz reine.

a. Kieseleisensteine, die das Eisen als Oxydul enthalten.

Blauer Eisenstein vom Vorgebirge der guten Hoffnung. 40 Eisenoxydul, 50 Kieselerde, 3 Wasser, 5 Natron, 1,5 Kalkerde (Klaproth, Beiträge VI. 237).

Chamoisit. Dicht, dunkelgrün, magnetisch vor und noch stärker nach dem Glühen. Wird auf der Hütte zu Ardon zu 43 Prozent Roheisen ausgebracht. 60,3 Eisenoxydul, 14,3 Kalkerde, 7,8 Thonerde, 17,4 Wasser (Berthier, Archiv für Bergbau VI. 407).

Sideroschisolit. Aus Brasilien. 75,5 Eisenoxydul, 16,3 Kieselerde, 4,1 Thonerde, 7,3 Wasser (Wernekink, Poggendorffs Annalen I. 378).

Hisingerit von Gillinga in Schweden (Afhandl. i Fysik III. 306) 47,8 Eisenoxyul, 27,5 Kieselerde, 5,5 Thonerde, 0,97 Manganoxydul, 11,75 Wasser.

Bohnenerz von Candern. 20,85 Kieselerde, 61,61 Eisenoxydul, 8,58 Thonerde, 8,18 Wasser (Walchner, Archiv für Bergbau XVIII. 214).

Grünerde. 52 Kieselerde, 23 Eisenoxydul, 7,5 Kali, 7 Thonerde, 6 Bittererde, 4 Wasser (Vauquelin, Gehlens Journal IV. 218).

Chlorit. 43 Eisenoxydul, 26 Kieselerde, 18,5 Thonerde, 8 Bittererde, 2 salzsaures Kali, 2 Wasser (Vauquelin. Ebendaselbst).

Metallurgisch würden als Kieseleisensteine noch angesehen werden müssen: alle Amphibole und Pyroxene, die viel Eisenoxydul-Silikat in ihrer Mischung enthalten, der Lievrit, der Ilvait, der Hedenbergit, der Pyrosmalit und alle Granaten, welche ein Eisenoxydul-Silikat enthalten. Besonders sind einige Granaten für ganz vorzügliche Kieseleisensteine zu halten. Hr. Wachtmeister (Archiv, XI. 192) fand in einigen Granaten einen Eisenoxydulgehalt von 25,18 bis 33,93 Prozent. Der Granat von Fahlun enthält, nach Hrn. Hisinger, 39,68 Eisenoxydul, 39,66 Kieselerde, 19,66 Thonerde und 1,70 Manganoxydul. Endlich müssen auch noch einige Basaltarten, die viel Eisenoxydul-Silikat enthalten, als Kieseleisensteine betrachtet und behandelt werden, wenn man sich derselben, wie es hier und dort geschieht, als Zuschlag bei den Eisenerzen bedient.

b. Kieseleisensteine, die das Eisen als Oxyd enthalten.

Halbopal. Der von Klaproth (Beiträge, II. 164) unter dem Namen Opal-Eisenstein untersuchte, von Telkebanya, enthielt 47 Eisenoxyd, 43,5 Kieselerde und 7,5 Wasser.

Kieseleisenstein von Kupferrath bei Düren. Eine braunrothe Varietät; 52,5 Eisenoxyd, 12,5 Kieselerde, 3,5 Thonerde, 3,75 Manganoxyd, 1 Kalkerde, 26 Wasser. Eine gelblichweiße Varietät, 37 Eisenoxyd, 26,5 Kieselerde, 6,5 Thonerde, 3,75 Manganoxyd, 1 Kalkerde und 22 Wasser (John; Schriften VI. 299).

Nontronit. 29 Eisenoxyd, 44 Kieselerde, 3,6 Thonerde, 2,1 Bittererde, 18,7 Wasser, 1,2 Thon. (Berthier, Archiv für Bergbau XVIII. 229).

Zu den Kieseleisensteinen müssen metallurgisch alle Arten von Jaspis gerechnet werden, die viel Eisenoxyd-Silikat enthalten. Ferner gehört hierher der Kölreuterit, so wie auch der Cronstedtit, der Pistacit, und endlich und vorzüglich alle Granaten, die ein Eisenoxyd-Silikat enthalten. Im Hennebergi-

schen wird, in der Gegend von Suhl, ein dort unter dem Namen Granateisenstein bekanntes Erz verschmolzen, welches aus 26,9 Eisenoxyd, 37,4 Kieselerde, 33,2 Kalkerde, und 2,5 Manganoxyd besteht.

E. Oxydulirtes Eisen mit Kohlensäure. Wie die oxydirten Eisenerze in der Natur theils rein, theils mit Silikaten gemengt, als Thoneisensteine angetroffen werden; so ist dies auch bei den Erzen der Fall, welche der Hauptsache nach aus kohlensaurem Eisenoxydul bestehen. Sie sind entweder rein, d. h. nicht gemengt mit Silikaten, obgleich sie gewöhnlich andere kohlensaure Oxyde und Erden beigemischt enthalten; oder sie sind mit Silikaten gemengt, und erhalten dadurch ein erdiges, oder ein thonartiges Ansehen, weshalb sie lange Zeit ebenfalls für Thoneisensteine gehalten worden sind. Wenn man daher Spatheisenstein (Pflinz, Stahlstein, Weißerz) und Sphärosiderit unterscheidet, so versteht man unter Spatheisenstein die reinen, und unter Sphärosiderit die mit Silikaten gemengten kohlensauren Verbindungen, deren Basis vorwaltend aus Eisenoxydul zu bestehen pflegt. Dieser Unterschied ist an sich eben so unwesentlich, als der zwischen Rotheisenstein und rothem Thoneisenstein u. s. f.

Der Spatheisenstein und der Sphärosiderit haben jederzeit einen weißen, oder einen grauen Strich. Im rohen Zustande werden sie vom Magnet nicht gezogen, aber sehr stark, sobald sie geglühet worden sind. Nach dem Glühen erhalten sie eine schwarze Farbe, in welcher sich eine Beimischung von röthlichbraun zeigt. — Dem kohlensauren Eisenoxydul im Spatheisensteine sind immer kohlensaure Bittererde, kohlensaure Kalkerde, kohlensaures Manganoxydul, auch wohl kohlensaures Zinkoxyd beigemischt. Letzteres kommt selten, das kohlensaure Manganoxydul fast immer vor. Zuweilen fehlt die kohlensaure Bittererde, und dann pflegt die kohlensaure Kalkerde vorhanden zu seyn; zuweilen tritt der umgekehrte Fall ein; zuweilen sind

beide vorhanden. Es giebt aber auch Dolomite, bei welchen das eine Mischungsgewicht der Basis, Kalkerde, und das zweite Mischungsgewicht Bittererde und Eisenoxydul, in sehr verschiedenen Verhältnissen sind. In den gewöhnlichen Spatheisensteinen differirt der Gehalt an Manganoxydul von $\frac{2}{3}$ bis 11 Prozent, und vielleicht darüber; der Gehalt an Kalkerde von 0 bis 1,7 Prozent; der Gehalt an Bittererde von 0 bis 3 Prozent. Das kohlensaure Eisenoxydul macht aber immer den vorwaltenden Bestandtheil aus. Deshalb sind diese Erze auch sehr leicht reducirbar, und geneigt, ein weißes Roheisen ohne dunkel gefärbte Schlacke zu geben, weil sie fast immer so viel quarzige Bergart beigemengt enthalten, daß sich diese mit den übrigen im Spatheisenstein befindlichen Basen, zu Silikaten verbinden kann. Man hält diejenigen Spatheisensteine, welche viel kohlensaure Bittererde enthalten, für strengflüssig; indeß lassen sie sich mit zweckmäßigen Zuschlägen sehr gut verschmelzen. Kommt es darauf an, graues Roheisen zu erzeugen, so haben diejenigen Spatheisensteine den Vorzug, in welchen sich die größte Beimischung von kohlensauren Erden befindet. Will man aber weißes Roheisen darstellen, so sind diejenigen Spatheisensteine vorzuziehen, welche viel kohlensaures Manganoxydul enthalten, weil das Manganoxydul sehr leicht- und dünnflüssige Silikate bildet. Der Spatheisenstein erleidet mit der Zeit eine Veränderung an der Luft, und wird dunkler oder röthlichbraun gefärbt. Einige Spatheisensteine sind dieser Veränderung schneller als andere ausgesetzt. Die Verwitterung fängt auf der Oberfläche an, und verbreitet sich nach und nach ins Innere, so daß man häufig Eisenspäthe sieht, die inwendig Weißerz (unzersetzter Spatheisenstein), und auswendig Braunerz (zersetzter Spatheisenstein) sind. Der Spatheisenstein wird durch das Verwittern lockerer, und verliert seine ursprüngliche Festigkeit und Härte. Diese lassen sich durch das Rösten und Brennen ebenfalls heben, und die gerösteten Spatheisensteine

haben auch eine dunkle, chokoladenbraune Farbe. Zwischen den natürlichen Braunerzen und den gerösteten Eisenspäthen findet der Unterschied statt, daß die letzteren durch die Röstung ihre Kohlensäure verloren haben, und daß das Oxydul in Oxydul-Oxyd umgeändert worden ist. Die Braunerze können dagegen zuweilen kohlensaures Eisenoxydul mit Eisenoxydhydrat, zuweilen Oxyduloxyd mit Eisenoxydhydrat, zuweilen reines Eisenoxydhydrat seyn, je nachdem die Erze längere oder kürzere Zeit der Verwitterung unterlegen haben. Ohne Zutritt von Feuchtigkeit verändern sich die Spatherze niemals; allein der Zutritt von Luft ist eben so nothwendig. Die kohlensaure Kalk- und Bittererde nehmen an diesen Veränderungen keinen Theil, sondern bleiben zuletzt in dem Braunerz zurück. Der Gehalt an Eisenoxydul in dem unzersetzten Eisenspath differirt von 42 bis 60, je nachdem das Erz mehr oder weniger Manganoxydul, Kalkerde und Bittererde im kohlensauren Zustande enthält.

Die Sphärosiderite erleiden durch das Verwittern dieselben Veränderungen wie der Spatheisenstein, und noch schneller. Sie sind mit den fremdartigen Beimengungen so innig vereinigt, daß das Erz ein ganz gleichartiges Ansehen erhält. Die Beimengungen sind gewöhnlich nur Kieselthon, oder ein Thonerdensilikat, in welchem jedoch die Kieselerde bedeutend vorwaltet. Außerdem können noch Beimengungen von phosphorsaurem Eisenoxyd, von phosphorsaurer Kalkerde, von Schwefelkies, von Chromeisen, von Titaneisen? (oder von Sphen?) vorkommen. Je nachdem diese Beimengungen in größerer oder geringerer Menge vorhanden sind, wechselt der Gehalt an Eisenoxydul zwischen 20 und 54 Prozent. Die Sphärosiderite verhalten sich beim Verschmelzen häufig so wie die Spatheisensteine, die viel kohlensaure Erden in ihrer Mischung enthalten. Durch eine starke Beimengung von Thonerdesilicat kann jedoch der Gehalt an Eisenoxydul so geringe werden,

daß die Erze nicht mehr schmelzwürdig sind. Die Sphärosiderite sind leicht reducirbar, können dabei aber sehr strengflüssig seyn, wenn sie keine Zuschläge von Kalkstein erhalten. Sie sind sehr geneigt, weißes Roheisen mit dunkel gefärbter Schlacke zu geben, indem ein Theil des Eisenoxyduls an das Thonerdesilikat abgetreten werden muß, um dieses flüssig zu machen. Bei einer richtigen Beschickung mit Kalkerde liefern sie ein gutes graues Roheisen mit lichter Schlacke. Je größer das Verhältniß der Thonerde zur Kieselerde in dem beigemengten Silikat ist, desto strengflüssiger verhält sich das Erz. Diejenigen Sphärosiderite, welche wenig Kieselerde enthalten, erfordern daher einen Zuschlag von Kieselerde und von Kalkerde. Die an Kieselerde reichen Erze, kommen durch einen bloßen Kalksteinzuschlag in guten Fluß.

F. Oxydirtes Eisen mit Phosphorsäure. Es kommt nicht selten als unerkennbare Beimengung in den Roth- und Brauneisensteinen, in den Thoneisensteinen und Sphärosideriten, vorzüglich aber in den Wiesenerzen vor. Man kennt diese Verbindung aber auch in einem abgesonderten Zustande, d. h. derb oder krystallisirt, und mit dem oxydirten Eisen des Eisenerzes nicht gemengt. Diese Verbindungen zu kennen, hat für den Metallurgen ein großes Interesse, um sie, wenn es möglich ist, zu vermeiden, und bei der mechanischen Aufbereitung der Erze, so weit es geschehen kann, auszuhalten. Die Phosphorsäure scheint sich in sehr verschiedenen Verhältnissen mit dem oxydirten Eisen zu verbinden, und dieses befindet sich dabei in sehr verschiedenen Oxydationszuständen. Die blau gefärbten Verbindungen enthalten vorzugsweise Eisenoxydul; die grün, braun und gelblich gefärbten vorzugsweise Eisenoxyd. Bis jetzt hat man zwar Eisenphosphate kennen gelernt (Vivianit) die kein Eisenoxyd enthalten; allein ein reines Eisenoxydphosphat, welches von allem Oxydul frei wäre, hat man noch nicht gefunden.

G. Oxydirtes Eisen mit Arseniksäure. Diese Verbindungen haben glücklicherweise ein geringeres Interesse für den Metallurgen, weil sie bis jetzt nur als mineralogische Seltenheiten bekannt sind, und ein Nachtheil für das darzustellende Eisen daher schwerlich von ihnen zu befürchten ist. Das am genauesten untersuchte Würfelerz (Pharmacosiderit) enthält Eisenoxyd und Oxydul, so wie überhaupt die Arseniksäure ein sehr übereinstimmendes Verhalten mit der Phosphorsäure zeigt.

Es ergiebt sich aus dieser Uebersicht der in der Natur vorkommenden Mineralien, die sich durch einen großen Eisengehalt auszeichnen, daß nur diejenigen unter ihnen wirklich auf Eisen benutzt werden, welche dieses Metall entweder bloß im oxydirten Zustande, oder in Verbindung mit Kohlensäure, — in seltneren Fällen mit Kieselerde, — enthalten. Der ganze Prozeß der Eisenerzeugung erscheint hiernach als ein einfacher Reductionsprozeß des oxydirten Eisens durch Kohle. So ist es auch in der That, indem das mit dem oxydirten Eisen verbundene Wasser so wenig, als die Kohlensäure, den Reductionsprozeß bedeutend erschweren können, weil beide Körper sich in der Temperatur, in welcher die Reduction des Eisenoxyds beginnt, bereits verflüchtigen. Nur das dem Eisen eigenthümliche Verhalten, sich mit dem Kohlemetall zu verbinden, giebt die Veranlassung, daß sich das Eisen in sehr verschiedenen Zuständen darstellt, je nachdem kleine, oft sehr unbedeutend scheinende Umstände bei der Reduction eintreten. Ohne Rücksicht auf die, nach der Reduction des Eisens und nach seiner Verbindung mit Kohle noch fortdauernden Einwirkungen der Luft, oder der oxydirten Verbindungen (Schlacken) mit denen es umgeben ist, wird schon die Verschiedenheit der Temperatur allein, das entstandene Kohlemetall in einem sehr verschiedenartigen Zustande erscheinen lassen. Diese Verschiedenheit der Zustände wird aber in ihren Ursachen noch verwickelter, wenn man auf die Verschiedenheit des Erfolges Rücksicht nimmt, der

durch große Temperatur-Differenzen bei der Reduction selbst, durch eine Unterbrechung des Reductionsprozesses, und endlich durch die Körper herbeigeführt wird, mit denen das Eisen, während des Reductionsprozesses und nach der erfolgten Reduction, entweder umgeben, oder deren Einwirkungen es ausgesetzt ist. Alle diese Einflüsse würden bei der Metallreduction jedoch keinen anderen Erfolg hervorbringen können, als eine mehr oder weniger vollkommene Reduction, — indem der Eisengehalt des Erzes mehr oder weniger vollständig dargestellt, oder die Verschlackung desselben mehr oder weniger verhindert werden würde, je nachdem die Umstände unter denen die Reduction erfolgt, dieselbe mehr oder weniger begünstigen, — wenn das Eisen, eben so wie die übrigen Metalle, keine Verbindungsfähigkeit mit der Kohle besäße. So wie aber auf der einen Seite diese Verbindungsfähigkeit des Eisens mit der Kohle, die einzige Ursache von den vielen Modificationen ist, welche bei den Eisenbereitungsprozessen eintreten; so gewährt andererseits diese Eigenschaft des Eisens ganz allein das Mittel, die Reduction der Eisenerze vollständig bewirken zu können.

Die Eisenerze verhalten sich bei ihrer Reduction durch Kohle, wie die Oxyde des Eisens. Die Strengflüssigkeit des Eisens würde ein absolutes Hinderniß seyn, das Eisenerz, und wenn es sich auch im Zustande des reinsten oxydirten Eisens befände, ohne Unterbrechung des Prozesses, in einem Schachtofen zu reduciren. Dieses Hinderniß wird durch die Verunreinigung des reducirten Metalles mit Kohle, und durch die dadurch bewirkte leichtere Schmelzbarkeit zwar gehoben; allein die ganze Einrichtung der Schachtöfen ist von der Art, daß ganz reine Eisenoxyde in denselben dennoch nicht vortheilhaft reducirt werden können. Es würde nämlich das reducirte und mit Kohle verbundene Eisen, der Einwirkung des Windes in dem Augenblick ausgesetzt werden, wenn es vor der Form niederschmelzt, wodurch sowohl als durch die geringste zufällige

Erniedrigung der Temperatur, ein Erstarren der halb geschmolzenen Massen veranlaßt, und das regelmäßige Niedergehen der Schichten verhindert werden würde. Die Reduction der ganz reinen Oxyde ließe sich also nur auf dem Heerde eines Flammenofens vornehmen, weil man dabei ähnlichen mechanischen Hindernissen nicht ausgesetzt ist. Allein die Anwendung des Flammenofens zu diesem Zweck, so wie zur Reduction der Eisenerze überhaupt, ist, wegen des großen Aufwandes an Brennmaterial, ökonomisch unvortheilhaft (Archiv für Bergbau XI. 280), obgleich die Bearbeitung der Erze auf dem Heerde des Flammenofens das Mittel darbieten würde, das darzustellende Eisen in jedem beliebigen Zustande zu erhalten, weil sich die Reduction ganz vollständig bewerkstelligen, oder in jedem Augenblick unterbrechen läßt, je nachdem man Eisen mit einem größeren oder geringeren Kohlegehalt, oder auch ganz reines Eisen zu erhalten wünscht. In den sogenannten Rennheerden, oder Luppenheerden, deren man sich zur Darstellung des Stabeisens und des Stahls unmittelbar aus den Erzen bedient, wendet man auch wirklich das Mittel an, die Reduction unvollständig geschehen zu lassen; und bei den niedrigen Schachtöfen, in welchen ein stahlartiges Eisen aus den Erzen erzeugt wird, verhindert man die vollständige Reduction durch Erniedrigung der Temperatur, wobei indeß der Schmelzprozeß jedesmal unterbrochen werden muß.

Eisen mit geringem Kohlegehalt läßt sich überhaupt unmittelbar aus den Erzen, in sofern sie, wie es bei unseren Schmelzvorrichtungen immer der Fall ist, mit der Kohle in Berührung bleiben, nur durch eine unvollständig erfolgende Reduction, d. h. durch die Einwirkung des noch nicht reducirten Oxyds auf das bereits gebildete Kohleeisen, darstellen. Dies kann in Schachtöfen nicht anders als durch eine Verminderung der Temperatur bewerkstelligt werden. Jede Erhöhung der Temperatur, würde, — eben weil sie in den Schachtöfen

nur durch ein vermindertes Verhältniß des Erzes zu den Kohlen hervorgebracht werden kann, — gerade den umgekehrten Erfolg haben; es würde Eisen mit einem um so größeren, bis zu dem Maximo von 5,3 Prozent steigenden Kohlegehalt entstehen, je mehr die Temperatur erhöhet wird, und dies Eisen würde sich, wegen der hohen Temperatur, im Zustande des grauen Roheisens befinden müssen. Ein solcher Erfolg würde nothwendig eintreten, wenn das Roheisen nur allein von Kohle, und nicht auch von Schlacke umgeben wäre. Die Einwirkung der Schlacke auf das Roheisen ist es aber, wodurch dem letzteren ein Theil des Kohlegehaltes wieder entzogen werden kann, indem es durch den Kohlegehalt reducirend auf die oxydirte Schlackenmasse einwirkt, und die am leichtesten reducirbaren Bestandtheile derselben in sich aufnimmt. Es erscheint dann als graues Roheisen mit einem geringeren Kohlegehalt als das Spiegeleisen, aber mit einem größeren Gehalt an Mangan, Silicium u. s. f. als dieses. Je mehr daher die Temperatur erhöhet wird, desto mehr vermindert sich der Kohlegehalt, und desto mehr Mangan und Silicium nimmt das Eisen aus der Schlacke auf, erscheint aber immer als ein sehr hitziges und ganz graues Roheisen. Wenn umgekehrt die Temperatur im Ofen so sehr sinkt, daß die Reduction nicht vollständig erfolgt, so nimmt der Kohlegehalt des Eisens in demselben Verhältniß ab, wie die Temperatur sich vermindert. Eine sehr niedrige Temperatur würde eine vollständige Verschlackung zur Folge haben; durch Erhöhung der Temperatur würde die Reduction theilweise bewirkt werden, und ein stahlartiges Stabeisen entstehen, welches immer mehr Kohle aufnimmt, je mehr die Temperatur steigt, so daß es endlich als Roheisen sich darstellt, welches aber wegen der niedrigen Temperatur noch nicht in graues Roheisen umgeändert wird. Ist die Reduction vollständig erfolgt, so hat das Eisen das Maximum seines Kohlegehaltes aufgenommen, und erscheint nun

als neutrales Roheisen, oder als Spiegeleisen, welches sich durch eine noch mehr erhöhete Temperatur in graues Roheisen umändert, mit welcher Umänderung aber (in den Schachtöfen) zugleich die Einwirkung des Roheisens auf die Schlacke, und die dadurch bewirkte Verminderung des Kohlegehalts, verbunden ist. Aus diesen, durch alle Erfahrungen bestätigten, und den Erscheinungen bei der Reduction der Eisenoxyde durchaus angemessenen Erfolgen bei der Verschmelzung der Erze in Schachtöfen, ergiebt sich, daß die Beschaffenheit und der Zustand des dargestellten Eisens, ganz allein von der Temperatur im Schachtofen abhängig ist. Es geht aber daraus auch von selbst hervor, welches Roheisen als das reinste betrachtet werden muß. In der niedrigeren Temperatur gelangt nur der reducirbarste Bestandtheil der Beschickung zur Metallität, und dies sind die Oxyde des Eisens, leider aber auch die Schwefelsäure und die Phosphorsäure. Das in einer niedrigen Temperatur entstandene Roheisen wird daher nur sehr wenig Mangan und noch weniger Silicium enthalten, wohl aber Schwefel und Phosphor. Das Verhältniß des Mangans und des Siliciums wird bei der erhöheten Temperatur, in welcher sich das Spiegeleisen bildet, noch zunehmen, obgleich in einem nicht bedeutenden Grade; aber das Verhältniß des Schwefels und des Phosphors wird sich nicht vermindern. Erst bei noch größerer Erhöhung der Temperatur, in welcher sich das Roheisen nach dem Erstarren in graues umändert, wird der oxydabelste Bestandtheil des Roheisens reducirend auf die Schlacke wirken, und die am leichtesten reducirbaren Bestandtheile metallisch abscheiden. Die oxydabelsten Bestandtheile des Roheisens sind aber Kohle, Schwefel und Phosphor, so wie die reducirbarsten Bestandtheile der Schlacke Manganoxydul und Kieselerde. Das graue Roheisen wird folglich Kohle und Schwefel abtreten, und dagegen Mangan und Silicium aufnehmen. Der Phosphorgehalt sollte sich ebenfalls

vermindern, allein es ist durch eine große Menge von Analysen erwiesen, daß das Phosphoreisen nicht zersetzt wird, daß der ganze Phosphorsäuregehalt der Erze als Phosphoreisen bei dem Eisen zurück bleibt, und daß sich kein Phosphorcalcium bildet, wogegen aber Schwefelcalcium in der Schlacke von grauem Roheisen gefunden wird. Das graue Roheisen behält folglich den ganzen Phosphorgehalt, vergrößert seinen Gehalt an Mangan und Silicium, und vermindert den an Kohle und Schwefel. Mit Ausnahme des Schwefelgehaltes, welcher bei dem in niedriger Temperatur entstandenen weißen Roheisen, so wie bei dem Spiegeleisen am größten ist, und ohne weitere Rücksicht auf den Kohlegehalt des Roheisens, wird also das graue Roheisen die mehrsten, und das weiße Roheisen die wenigsten fremdartigen Beimischungen enthalten. Daß man aber dennoch bei dem Frischprozeß in vielen Fällen dem grauen Roheisen vor dem weißen den Vorzug giebt, liegt theils in dem eigenthümlichen Verfahren bei der Frischarbeit, theils und vorzüglich in dem Verhalten der verschiedenen Roheisenarten in der Schmelzhitze. Immer ist jedoch hier unter weißem Roheisen dasjenige verstanden, welches eine lichte weiße Farbe und vollkommenen Metallglanz besitzt, und nicht dasjenige, welches bei einer vollständigen Reduction der Erze, aber in einer Temperatur gebildet ward, welche zur Umänderung in graues Roheisen nicht hinreichte. Dies Roheisen, von aschgrauer Farbe, mattem Ansehen und oft körnigem Bruch, wird nur bei den mit Koaks betriebenen Hohöfen erhalten, wenn die Hitze nicht gehörig gesteigert werden kann.

Zwischen den Erscheinungen bei der Reduction der völlig reinen Eisenoxyde und der Eisenerze findet also der Unterschied statt, daß die bei der Reduction der letzteren sich bildende Schlacke, in den höchsten Hitzgraden wieder auf das Roheisen zurück wirkt. Aus ganz reinem Eisenoxyd wird daher nur allein, bei der Anwendung der reinsten Kohle, graues Roheisen

mit dem Maximo des Kohlegehaltes erfolgen können; vorausgesetzt daß die Reduction in einem Schmelztiegel vorgenommen wird. Es giebt aber keine Eisenerze die aus ganz reinem oxydirten Eisen bestehen, und eben so wenig giebt es Kohle ohne Aschengehalt. Die reinsten natürlichen Eisenoxyde enthalten, wenigstens mechanisch, erdartige Fossilien beigemengt. Bei den mehrsten Eisenerzen steigen diese Beimengungen, — abgesehen von dem Gehalt an Kohlensäure oder Wasser, — auf 20 bis 30 Prozent, auch wohl noch darüber. Weit entfernt daß diese Beimengungen der Schmelzung hinderlich wären, würde es sogar, aus den oben schon entwickelten Gründen, ganz unthunlich seyn, bei einem ununterbrochenen Gange des Schachtofens, aus ganz reinen Erzen Roheisen darzustellen. Die Schlacke muß das Eisen gegen die Einwirkung des aus den Formen einströmenden Windes schützen, und den Schmelzraum rein erhalten. Aber die erdigen Beimengungen tragen allerdings auch zur Verzögerung der Reduction bei, theils indem sie auf eine ganz mechanische Weise den Zusammenhang des zu reducirenden Erzes unterbrechen, theils weil sie, als ein wirklich chemisch wirkendes Hinderniß, der Reduction entgegen streben. Dies Entgegenstreben giebt sich durch die Neigung zur Schlakkenbildung zu erkennen, welche alsdann statt findet, wenn die Beschickung zu leichtflüssig ist. Die Schmelzung tritt dann früher ein, als die Reduction erfolgen kann. Deshalb wird bei einer sehr leichtflüssigen Beschickung kein graues Roheisen zu erhalten seyn, aber auch der Eisengehalt aus dem Erz nicht vollständig gewonnen werden können. Kieseleisensteine, Frischschlacken, sehr leichtflüssige Spatheisensteine und Sphärosiderite, sind daher sehr geneigt weißes Roheisen, und von Eisenoxydul sehr dunkel gefärbte Schlacken zu geben. Bei Eisenerzen, die entweder durch ihre chemische Mischung, oder durch die mechanischen Beimengungen, zur Verschlackung sehr geneigt sind, muß daher ein Zuschlag (Fluß) gegeben werden, der die

Schmelzbarkeit vermindert, damit die Reduction früher erfolgen kann als die Schmelzung eintritt. Solche Erze hingegen, die durch ihre Beimischungen oder Beimengungen einen hohen Grad von Strengflüssigkeit besitzen, bedürfen eines Zuschlages, um die Abscheidung oder die Absonderung des Eisens von der Schlacke zu befördern. Bei diesen Erzen tritt die Reduction früher ein als die Schmelzung; aber sie würde, bei einer gewissen Temperatur des Ofens, nur bis zu einem bestimmten Grade erfolgen können, weil die strengflüssigen Beimengungen einen Theil des Eisenoxyduls zurück halten, um sich verschlakken zu können. Soll daher solches Eisenerz vollständig reducirt werden, so ist eine noch größere Erhöhung der Temperatur erforderlich, und diese würde nur durch Verminderung des Erzsatzes, also durch eine sehr unvortheilhafte Benutzung der Kohlen, bewirkt werden können. Ein Zuschlag der die zu verschlackenden Erden leichtflüssiger macht, hat folglich bei den strengflüssigen Erzen eine vortheilhaftere Benutzung der Kohlen zur Folge. Die Zuschläge müssen daher stets so gewählt werden, daß die Schmelzung nicht früher erfolgt als die Reduction, und daß die Schmelzung, durch die zu große Strengflüssigkeit der Beschickung, nicht zu sehr erschwert wird. Bei einer zu großen Leichtflüssigkeit der Beschickung würde es, durch keine Temperaturerhöhung möglich seyn, das oxydirte Eisen vollständig zu reduciren; bei einer großen Strengflüssigkeit würden die Kohlen unvortheilhaft benutzt werden, und man würde, bei der geringsten, durch zufällige Umstände leicht herbeigeführten Abnahme der Temperatur im Ofen, leicht in Gefahr gerathen, daß ein Erstarren der Schmelzmasse in den Schachträumen eintritt, und dadurch das Aufhören des Schmelzprozesses herbeigeführt wird.

Sehr reiche Eisenerze die nur wenig Schlacke geben, lassen sich, wie schon erwähnt worden, nicht ohne die größte Vorsicht, und ohne fortdauernde Besorgniß leicht eintretender Ver-

setzungen verschmelzen. Sehr leichtflüssige Erze sowohl als sehr strengflüssige, gestatten, ohne zweckmäßige Zuschläge, keine vortheilhafte Benutzung des Brennmaterials. Deshalb vermengt — gattirt — man die reichen Erze gerne mit den ärmeren, um einen gewissen mittleren Eisengehalt der Gattirung, und eine hinlängliche Menge Schlacke zum Schutz für das Eisen und für die Ofenwände zu erhalten; und deshalb sind die Zuschläge für die mehrsten Eisenerze ein nothwendiger Gemengtheil der zu verschmelzenden Erzmasse. Nur bei den strengflüssigen Erzen wirken die Zuschläge wirklich als Fluß befördernde Mittel; bei den leichtflüssigen Erzen sollen sie der zu großen Leichtflüssigkeit entgegen wirken.

Für niedrige Schachtöfen, in denen das Erz in kurzer Zeit von der Gicht bis zur Form gelangt, ist die Größe der zur Verschmelzung kommenden Erzstücken von großer Wichtigkeit. Bei einem kleineren Umfange der Stücken, muß die Reduction sich früher bis zum innersten Kern des Erzes verbreiten, als bei größeren Massen. Unter übrigens ganz gleichen Umständen wird man daher, bei einer unvollkommenen Zerkleinerung des Erzes, die Kohlen am wenigsten vortheilhaft benutzen. Am mehrsten nachtheilig für niedrige Ofenschächte, ist die ungleiche Größe der Erzstücke, weil bei den kleineren Stücken schon eine vollständige Reduction eingetreten ist, während sie bei den größeren Stücken noch lange nicht den Mittelpunkt erreicht hat. So nachtheilig der aus einer solchen ungleichen Zerkleinerung des Erzes hervorgehende Erfolg der Reduction, auch bei den höchsten Ofenschächten, auf den gleichmäßigen Fortgang des Schmelzprozesses wirken muß; so ist er doch ganz besonders bei niedrigen Ofenschächten zu vermeiden, weil sich die vollständige Reduction des Erzes nur durch einen ungleich größeren Kohlenaufwand erreichen läßt, und weil dennoch eine sehr große Verschiedenheit in der Größe der Erzstücken, jeden regelmäßigen Schmelzerfolg unmöglich macht. Bei niedrigen Schäch-

ten wird das Erz etwa bis zu der Größe einer Wallnuß zu zerkleinern seyn; bei höheren Schächten sind Stücken von der Größe eines Hühnereyes nicht zu groß. Immer wird aber die zu große Verschiedenheit in der Größe des Korns am nachtheiligsten wirken, und daher am mehrsten zu vermeiden seyn. Bei der Bestimmung der Größe der Erzstücken hängt indeß auch vieles von der Beschaffenheit der Kohlen ab. Feste, lokker liegende Kohlen gestatten die Anwendung des Erzes in kleineren Stücken; dicht liegende und dabei sehr leicht sich zertrümmernde Kohlen, machen es nothwendig, das Erz nicht zu sehr zu zerkleinern, um das Entweichen der glühenden Gasarten aus der Gicht nicht zu verhindern. Ein sehr festes und dichtes Uebereinanderliegen der Schichten, erschwert den Austritt der Gasarten (Abtheilung 7.), verhindert die Erhitzung des oberen Theiles des Schachtes, und macht dadurch ein größeres Verhältniß der Kohlen zum Erz nothwendig, bewirkt also eine unvortheilhaftere Benutzung der Kohlen. Bei sehr hohen Schächten muß also ein pulvriger oder sehr fein zertheilter Zustand des Erzes vermieden werden; in niedrigen Schächten lassen sich Eisenerze, im Aggregatzustande von Schlichen, allenfalls verschmelzen, besonders wenn sie mit weniger zerkleinerten Erzstücken vermengt werden. Es ist daher der Aggregatzustand des zu verschmelzenden Erzes in gewisser Rücksicht von der Höhe der Schächte und von der Beschaffenheit der Kohlen abhängig.

Dem Rösten der Eisenerze liegt eine doppelte Absicht zum Grunde. Es soll dadurch entweder bloß der natürliche feste Zusammenhang des Erzes vermindert werden, um dasselbe leichter zerkleinern zu können; oder es wird die Verflüchtigung von Wasser und von Kohlensäure bezweckt. Manche Erze verwittern durch langes Liegen an der Luft, und werden dadurch leichter zersprengbar; bei anderen tritt aber dieser Erfolg nicht ein. Die Wirkung des Verwitterns läßt sich nicht im-

mer abwarten, weil oft viele Jahre dazu erforderlich seyn würden, weshalb man zur Erleichterung des Zerkleinerns zum Rösten zu schreiten genöthigt ist. Eisenerze, die durch das Rösten aufgelockert worden sind, werden nachher durch das Liegen an der Luft schneller mürbe, und gehen, wenn sie Eisenoxydul in ihrer Mischung enthalten, weit schneller in den Zustand der stärkeren Oxydation über, als durch das freiwillige Verwittern. Es ist daher immer sehr vortheilhaft, die Eisenerze zu rösten, und dann der Einwirkung der Atmosphäre möglichst lange auszusetzen. Ungeröstete Erze lassen sich zuweilen, besonders in niedrigen Ofenschächten, schwer reduciren, während dieselben Erze, im gerösteten Zustande leichter reducirt werden, also eine bessere Benutzung der Kohlen gestatten. Dies ist aber vorzüglich dann der Fall, wenn das Erz Wasser oder Kohlensäure enthält, die durch das Rösten verflüchtigt werden. Auch ziehen die Eisenerze aus der Atmosphäre Wasser an, welches beim Rösten verdampft wird. Alle Erze die Wasser oder Kohlensäure enthalten, müssen nothwendig geröstet werden, um sie mit Vortheil verschmelzen zu können. Im Ofenschacht würde die Verflüchtigung mit einem ungleich größeren Kohlenaufwand bewirkt werden, weil die Erze sehr dicht über einander liegen, und einen bedeutenden Druck veranlassen, wodurch die Verflüchtigung des Wassers und der Kohlensäure erschwert wird. Die Erze bleiben daher um so länger unverändert liegen, und erfordern eine um so größere Erhöhung der Temperatur, um die Verflüchtigung zu bewirken, je größer der Druck ist, den die Erzschichten ausüben. Zu diesem mechanischen, durch den Druck herbeigeführten Hinderniß, gesellt sich die Temperaturerniedrigung, oder die Abkühlung des Ofenschachtes, welche eine nothwendige Folge der Verflüchtigung elastischer Flüssigkeiten ist. Rohe, nicht geröstete, oder durch Verwitterung an der Luft nicht aufgeschlossene Erze, können daher dieselben Erscheinungen beim Betriebe des Ofens

hervorbringen, welche man sonst bei einem zu großen Verhältniß des Erzes zum Brennmaterial eintreten sieht. Die Reduction erfolgt nämlich erst spät, so daß sich Schlacke und Eisen nicht scheiden können, wenn von dem nicht gerösteten Erz dieselben Quantitäten im Verhältniß zu den Kohlen genommen werden, als von dem gerösteten. Beim Rösten der Eisenerze muß indeß der Grad der Rösthitze der Beschaffenheit des Erzes angemessen seyn. Viele Erze haben Beimengungen von Erdarten, wodurch sie zur Verschlackung (zum Zusammenlaufen) sehr geneigt werden. Solche Erze erfordern nur schwache Rösthitze, damit sich nicht Silikate bilden, welche leichtflüssig und schwer reducirbar sind, so daß die Absicht des Röstens theilweise ganz verfehlt werden würde. Das Verfahren beim Rösten der Eisenerze in offenen oder geschlossenen Haufen, so wie in den Röstöfen, ist schon in der 8. Abtheilung vorgetragen worden.

Die Aufbereitung der Eisenerze ist einfacher als die aller übrigen Erze, weil nur solche Eisenerze verarbeitet werden können, die keine kostbare Aufbereitung erfordern. Die ganze Aufbereitung besteht bei den Eisenerzen nur in einer Handscheidung und in der Klaubarbeit, aber auch selbst diese dürfen nicht zu sehr zusammengesetzt seyn, damit das Erz nicht zu kostbar wird. Schon bei der Gewinnung der Erze muß nach Möglichkeit darauf gesehen werden, das Erz von tauber Bergart frei zu bekommen, weshalb es in manchen Fällen rathsamer ist, das mit Gang- oder Gebirgsart zu sehr verunreinigte Erz anstehen zu lassen. Oft wird auf der Halde noch eine Klaubearbeit vorgenommen, theils um die Bergarten, oder auch die armen und unschmelzwürdigen Erze abzusondern, theils um den Schwefelkies, Schwerspath, oder andere nachtheilige Beimengungen abzustufen. Wenn die Bergart die Eigenschaft besitzt, durch langes Liegen an der Luft mürbe zu werden, und sich vom Erz zu trennen, so erspart man die

Kosten der Scheidung, und läßt die Erze lange Zeit liegen. Dies ist besonders bei allen Thoneisensteinen und bei manchen Sphärosideriten sehr nothwendig, weil der Schieferthon, oder auch der weiche, zähe Thon, so innig mit dem Eisenerz verwachsen sind, daß eine Handscheidung des frisch geförderten Erzes bedeutende Kosten verursachen würde. Das Waschen findet, außer bei den Wiesenerzen, nur bei solchen Eisenerzen statt, welche auf ihrer Lagerstätte mit Dammerde bedeckt, und mit dieser stark verunreinigt sind. Es muß aber bei dem Waschen mit der größten Vorsicht verfahren werden, weil die festen Erze dadurch nicht verbessert, die mulmigen hingegen verschlechtert werden können, indem der leichte und feine Ocker durch das Waschen fortgeschlämmt wird. Daher können auch manche Wiesenerze, wenn sie viel Ocker und Mulm bei sich führen, nicht gewaschen werden, wenn es gleich sonst nothwendig seyn würde, um sie von dem Sande und Schlamm zu säubern, welche die porösen Windungen ausfüllen.

Obgleich das Rösten allen Eisenerzen zuträglich, und für einige sogar nothwendig ist; so darf es doch bei denen, welche Schwefelkies in nicht unbeträchtlicher Menge eingesprengt enthalten, durchaus nicht unterlassen werden. Solche Erze muß man stärker rösten, als diejenigen, welche nur aufgeschlossen, oder deren Beimischungen von Wasser und Kohlensäure verflüchtigt werden sollen. Es ist eine sehr lobenswerthe Einrichtung, die mit Schwefelkies verunreinigten Erze nach dem Rösten im Wasser abzulöschen und auszulaugen, oder sie lange Zeit der Wirkung der Atmosphäre, möglichst dünne ausgebreitet, auszusetzen, um die zurück gebliebenen schwefelsauren Verbindungen durch die atmosphärische Feuchtigkeit fortzuführen.

Die Zerkleinerung der Eisenerze durch Menschenhände ist immer sehr kostbar, indeß lassen sich dabei die tauben Theile und die noch nicht gehörig gerösteten Erze besser aushalten. Die Zerkleinerung geschieht dann entweder durch Zerschlagen

mit Handhämmern, oder durch Zerstampfen mit Pochstempeln, die an einer Wippe oder an einer Schwungruthe befestigt sind, und welche durch Menschen in Bewegung gesetzt werden. Man bedient sich dabei gerne gegossener eiserner Pochsohlen, welche mit einer hölzernen Umfassung umgeben sind, um das Erz zusammen zu halten. Sehr feste Erze zerkleinert man unter Pochhämmern, Pochstempeln, oder auch zwischen Walzen, wobei aber auf eine gleichartige Größe des Haufwerks gesehen werden muß.

Die Zuschläge deren man sich beim Beschicken der Eisenerze bedient, haben den Zweck, entweder die in zu großer Menge in der Gattirung befindliche Kieselerde durch basische Erden zu sättigen; oder den Mangel an Kieselerde durch quarzige Zuschläge zu ersetzen; oder auch wohl, durch Bildung von mehreren und zusammengesetzten Silikaten, die Verschlackbarkeit der Erden zu erhöhen. Jede Art von Eisenerzen erfordert daher besondere Zuschläge, sowohl der Menge als der Beschaffenheit nach. Erze z. B. die keine Kieselerde, sondern bloß Thonerde, Kalkerde oder Bittererde in ihrer Mischung enthalten, verlangen Zuschläge von Kieselerde. Ist die Menge der Thonerde überwiegend, so müssen solche Zuschläge gewählt werden, bei welchen sich die Schlacke mehr einem Silikat, als einem Bisilikat nähert. Enthalten die Erze mehr Kalk- und Bittererde als Thonerde, so wählt man die Zuschläge in der Regel so, daß sich die Schlacke am mehrsten der Zusammensetzung eines Bisilikats nähert, obgleich sie, bei einem großen Gehalt an Kalkerde, auch schon ein Trisilikat seyn kann. Erze die viel Manganoxyd enthalten, müssen immer so beschickt werden, daß die Schlacke ein Trisilikat wird, damit sie nicht zu leichtflüssig ausfällt. Eisenerze mit einer überwiegenden Menge von Kieselerde sind immer sehr leichtflüssig, und zur Verschlackung geneigt; sie müssen daher Kalksteinzuschläge erhalten, um sie strengflüssiger zu machen. Enthalten sie außer der Kieselerde

auch Thonerde, so leistet der reine Kalkstein die besten Dienste. Sind sie aber von Thonerde ganz frei, so kann ein thonhaltiger, unreiner Kalkstein wirksamer seyn. Die Quantität des Zuschlags muß für jedes in seinem Verhalten noch nicht bekannte Erz, durch Probeschmelzen ausgemittelt werden.

Im Allgemeinen müssen die Zuschläge denselben Aggregatzustand erhalten, wie das zu verschmelzende Erz. Nur dann wenn ockrige Erze verschmolzen werden, die sich im Ofen dicht über einander lagern, wendet man die Zuschläge in größeren Stücken an. Flußspath ist für sehr strengflüssige Erze ein guter Zuschlag, indem er schon in geringen Quantitäten angewendet, die Schmelzbarkeit sehr befördert. Außer den eigentlichen Flüssen, dem Kalkstein, dem Thon, dem Quarz und dem Mergel, giebt es noch Fossilien, welche zwar wegen ihrer Mischung nicht eigentlich zu den Flüssen gerechnet werden können, die aber dennoch den Fluß der Erze befördern, und daher die Anwendung von weniger wirklichem Fluß möglich machen, aber auch zugleich wegen ihres Eisengehaltes, zu einer stärkeren Eisenerzeugung beitragen. Hierzu gehören alle Silikate, welche oxydirtes Eisen enthalten, und welche, wenn der Gehalt an Eisensilikat zunimmt, dadurch wirklich zu den Kieseleisensteinen gerechnet werden müssen. Dahin gehören: Hornblende, Basalt, besonders die Wacke und der Granat. Wo man Gelegenheit hat, diese Fossilien anzuwenden, nimmt man sie gern, weil sie einen guten Gang im Ofen machen, und weil man in einzelnen Fällen durch sie des Flusses ganz entübrigt seyn kann. In anderen Fällen bringt man dadurch aber auch viel Kieselerde in die Beschickung, und erhält weißes Roheisen, weshalb man, wenn es die Absicht ist graues Roheisen zu erhalten, gleichzeitig stärkere Zuschläge von Kalkstein anwenden muß.

Die Roheisenerzeugung.

Bei dem Verschmelzen der Eisenerze in Schachtöfen erfolgt, wie schon bemerkt worden ist, nur dann stahlartiges Eisen, oder eisenartiger Stahl, wenn die Temperatur durch ein starkes Verhältniß der Erze zu den Kohlen sehr erniedrigt wird. Mit einem solchen Gange des Ofens ist aber immer eine sehr unvollständige Reduction der Erze verbunden, weshalb man schon vor längerer Zeit angefangen hat, durch die Erhöhung der Temperatur, die Reduction der Erze in den Schachtöfen vollständiger zu bewirken, und das dabei entstehende Produkt, — das Roheisen, — gewissermaßen als ein Halbprodukt anzusehen, aus welchem erst durch einen besonderen Prozeß das Stabeisen dargestellt werden muß. Vor nicht viel längerer Zeit als vor viertehalb Jahrhunderten, erzeugte man in Europa, — wie noch jetzt in Afrika, — in den Schachtöfen nur geschmeidiges Eisen. Ward durch eine zufällige Erhöhung der Temperatur ein sprödes Produkt, das Roheisen, erhalten; so ward es ausgeklaubt, und als unbrauchbar weggeworfen, oder bei einer künftigen Schmelzung wieder mit verarbeitet. Seitdem man angefangen hat, die Erze nicht unmittelbar auf Stabeisen, sondern zuerst auf Roheisen zu benutzen; sind die Schachtöfen nach und nach sehr erhöhet und erweitert worden, weil man fand, daß mit der Erhöhung und Erweiterung derselben eine vortheilhaftere Benutzung des Brennmaterials verbunden war. Ueber die Höhe, Weite und Gestalt der Ofenschächte, so wie über die Windführung, sind schon in der 7ten Abtheilung allgemeine Untersuchungen angestellt worden, welche auch auf die Schachtöfen zum Verschmelzen der Eisenerze Anwendung finden, weshalb hier darauf Bezug genommen werden kann.

Die Schachtöfen zum Verschmelzen der Eisenerze unterscheiden sich von den zum Verschmelzen der Erze der übrigen

Metalle gebräuchlichen Schachtöfen, nicht wesentlich. Die größere Höhe und Weite haben indeß manche specielle Einrichtungen zur Folge; auch führt man die Eisenschmelzöfen gewöhnlich solider und mit größerer Vorsicht auf, giebt den Rauhmauern, welche den eigentlichen Schacht umfassen, eine größere Haltbarkeit, und ist mit noch größerer Sorgfalt auf die Ableitung der Dämpfe bedacht. Dies ist nicht bloß der großen, oft colossalen Massen wegen, welche das Gemäuer der Oefen bildet, sondern auch deshalb nothwendig, weil die Oefen zum Eisenerzschmelzen viele Monate, oft mehrere Jahre lang ununterbrochen betrieben werden, wodurch sich eine größere Wärmequantität entwickelt, welche die Ofenschächte und Mauerungen sehr bald zerstören würde, wenn nicht die größte Vorsicht beim Bau der Oefen angewendet worden wäre.

Wegen der großen Hitze, die in den Schmelzräumen der Schachtöfen zum Eisenerzschmelzen entwickelt wird, können jene Schmelzräume nicht aus schwerem Gestübbe bestehen, sondern sie müssen aus den feuerbeständigsten Materialien zusammengesetzt werden. Gewöhnlich wendet man Sandsteine an, aus welchen man den Schmelzraum, — das Gestell, — bestehen läßt. Guter feuerfester Thon leistet oft noch bessere Dienste. Bei den Eisenschmelzöfen werden zwei Arten von Zustellungen angewendet, nämlich entweder Stich-Tiegelöfen, oder Sumpföfen mit offener Brust. Diese Benennungen sind bei den Schachtöfen zum Eisenerzschmelzen indeß nicht gebräuchlich, sondern man nennt die Stich-Tiegelöfen: Blauöfen, und die Sumpföfen mit offener Brust schlechtweg: Hoheöfen. So gut wie sich jeder Schachtofen, durch eine einfache Veränderung beim Zumachen oder Zustellen (Abtheilung 7.) in einen Tiegelofen, Sumpfofen oder Spurofen umändern läßt; eben so leicht kann jeder Schachtofen zum Eisenschmelzen, durch eine einfache Abänderung beim Zustellen, zu einem Blauofen oder zu einem Hohenofen eingerichtet werden. Die Blauöfen ha-

ben vor den Hohenöfen zwar den unbestreitbaren Vorzug, daß sie, weil die Brust ganz geschlossen ist, die Hitze besser zusammen halten; man wendet sie aber, wo man graues Roheisen erzeugen will, folglich im Schmelzraum eine sehr starke Hitze entwickeln muß, deshalb selten an, weil man durch die offene Brust, oder durch den Vorheerd bei den Hohenöfen, leichter mit Werkzeugen in den Schmelzraum gelangen, und diesen besser reinigen kann, welches bei strengflüssigen Beschickungen sehr nothwendig ist.

Den zusammengezogenen Raum unmittelbar über, vor und unter der Form, nennt man bei den Schachtöfen zum Eisenschmelzen das Gestell. Mit dem Kernschacht verbindet man das Gestell durch eine mehr oder weniger stark gegen den Horizont geneigte Ebene, welche die Rast (von rasten, oder verweilen) genannt wird. Man pflegt auch wohl Obergestell und Untergestell zu unterscheiden, und letzteres den durch die Zustellung gebildeten Raum von der Höhe der Form bis zur Sohle, oder bis zum Boden des Ofens, zu nennen. Unter Obergestell versteht man dagegen den Schmelzraum über der Form, von der Formhöhe bis zu der Höhe, wo sich das Gestell mit der Rast vereinigt. Das Obergestell kann niedriger oder höher seyn, oder auch gänzlich fehlen, wenn man den Kernschacht selbst sich verengen, und den Schmelzraum über der Form bilden läßt. Ein Ofen ohne Obergestell ist also ein solcher, dessen Schmelzraum über der Form weniger stark verengt ist, und sich schneller bis zum Ofenbauch erweitert, als ein Ofen mit Obergestell. Uebrigens versteht es sich von selbst, daß sowohl die Blauöfen als die Hohenöfen Obergestelle und Rasten haben, und daß sie bei beiden fehlen können, weil nicht die größere oder geringere Verengung und Zusammenziehung des Schmelzraumes über der Form, sondern nur allein die geschlossene oder die offene Brust, die Blauöfen und die Hohenöfen von einander unterscheidet.

Man bildet die Gestelle der Oefen jetzt sehr häufig aus feuerfestem Thon, den man um hölzerne Chablonen stampft, welche die Gestalt und die Dimensionen haben, die der Gestellraum erhalten soll, worauf man die Chablonen mit Vorsicht wieder wegnimmt. Sonst setzt man die Gestelle auch jetzt noch aus Sandsteinen zusammen, die nach vorgeschriebenen Dimensionen und Neigungen bearbeitet sind, so daß sie, wenn sie an einander gerückt werden, den Gestellraum bilden. Weil sich die Steine, bei einer viereckigen Gestalt der Durchschnittsfläche des Gestelles, leichter bearbeiten lassen, als bei runden Durchschnittsflächen, so wendet man bei hohen Obergestellen immer viereckige Gestelle an, und setzt die vier Seitenwände aus 1, 2, 3 u. s. f. Steinen zusammen, je nachdem die Gestelle höher oder niedriger sind, und je nachdem man größere oder kleinere Steine anzuwenden Gelegenheit hat. Es ist indeß sehr gleichgültig, ob man den Zweck mit vielen kleineren, oder mit wenig größeren Steinen erreicht, wenn der durch die Gestellsteine gebildete Schmelzraum nur die bezweckten Dimensionen erhält. Bei den Oefen ohne Obergestell ist die Zustellung höchst einfach, indem das (gewöhnlich runde) Untergestell aus feuerfesten Mauermaterialien gebildet, und mit dem Kernschacht in Verbindung gesetzt wird.

Ob die Oefen ohne Obergestell denen mit Obergestell vorzuziehen sind, ist eine Frage, die sich allgemein nicht beantworten läßt. Weil bei den Oefen ohne Obergestell, der an das Untergestell sich anschließende Kernschacht, die Stelle des Obergestelles und der Rast vertritt; so ist der eigentliche Schmelzraum, nämlich der Raum in welchem die Scheidung des Roheisens von der Schlacke erfolgen soll, bei den Oefen ohne Obergestell sehr niedrig, und man wird, um das Erz nicht ungeschieden vor die Form kommen zu lassen, genöthigt seyn, den Erzsatz etwas schwächer einzurichten, als es unter gleichen Umständen bei den Oefen mit Obergestell der Fall seyn würde.

Diese Verminderung des Erzsatzes wird dann am bedeutendsten seyn müssen, wenn graues Roheisen erblasen werden soll, damit das von der Schlacke schon geschiedene Roheisen einige Zeit in der concentrirten Hitze, in welcher die Umwandlung des weißen Roheisens in graues nur allein erfolgen kann, verweile. Die Oefen mit Obergestell werden daher in jedem Fall eine bessere Benutzung des Brennmaterials gewähren, als die Oefen ohne Obergestell. Ein Obergestell wird man ferner anzuwenden geneigt seyn, wenn der Ofen mit Koaks betrieben wird, weil dies Brennmaterial ganz nothwendig eine Verengung des Schmelzraums erfordert. Gewähren die Obergestelle auf der einen Seite den Vortheil, daß die Schmelzmasse länger in concentrirter Hitze verweilt, und daß dadurch die Umwandlung des weißen Roheisens in graues befördert wird; so ist auf der anderen Seite auch nicht zu läugnen, daß dies längere Verweilen dazu beiträgt, das Roheisen mit mehr Silicium und Mangan zu verunreinigen, den Kohlegehalt zu vermindern, und dadurch eine so große Strengflüssigkeit des sich bildenden grauen Roheisens herbeizuführen, daß der Verfrischungsprozeß dadurch sehr bedeutend erschwert wird. Die Oefen mit hohen Obergestellen werden daher in allen Fällen, wo das Roheisen zur Gießerei benutzt werden soll, den Vorzug verdienen; auch werden sie zweckmäßig dann angewendet werden können, wenn die Kohlen (Koaks) concentrirte Räume zum lebhaften Verbrennen erfordern. Soll aber das Roheisen dem Frischprozeß unterworfen werden, so würden die Oefen mit niedrigen Obergestellen unbezweifelt vorzuziehen seyn. Die Oefen ohne Obergestell, oder wenigstens diejenigen Oefen, bei denen sich der Raum oberhalb der Form plötzlich zu sehr erweitert, halten das Brennmaterial zu wenig zusammen, und es läßt sich kein Grund auffinden, ihnen einen Vorzug vor den Oefen mit niedrigen Obergestellen einzuräumen.

Weil in den mehrsten europäischen Staaten die Oefen

zum Verschmelzen der Eisenerze mit einem Obergestell versehen sind, und weil die Obergestelle bei den Oefen, welche mit Koaks betrieben werden, und welche strengflüssige Beschickungen verschmelzen, nicht gut entbehrt werden können; so soll hier das Verfahren angegeben werden, welches man bei dem Einsetzen eines neuen Gestelles anwendet, und zwar für die beiden Fälle, wenn das Gestell aus behauenen Steinen (Steingestell) zusammengesetzt, und wenn es aus Thon (Massengestell) eingestampft wird. Die Dimensionen des Gestellraums sind von der Beschaffenheit des darzustellenden Roheisens, von der Entzündlichkeit des Brennmaterials, und von der Menge des dem Ofen zuzuführenden Windes, abhängig.

Die Gestellsteine müssen vor dem Gebrauch gut abgetrocknet seyn, und lange an einem trocknen Ort gelegen haben, weil sie sonst in der Hitze leicht springen, oder sich abblättern. Sandsteine, wenn sie feuerbeständig genug sind, lassen sich am besten bearbeiten, und sind dann den Gestellsteinen aus älteren Gebirgsarten vorzuziehen. Weil sich das Gestell in der Regel vom Bodenstein bis zu dem Punkt, wo es an der Rast anschließt, erweitert, so müssen die Gestellsteine nach der ihnen zukommenden Dossirung sorgfältig bearbeitet werden, und möglichst glatte Flächen erhalten, so daß sie vollkommen auf einander passen. Bei der Zurichtung der Steine ist dahin zu sehen, daß sie ganz horizontal über einander liegen, und daß die Dossirung nicht durch eine gegen den Horizont geneigte Aufstellung der Steine bewirkt wird. Die Lagerseite der Steine muß also vollkommen horizontal, und die Seite, mit welcher sie in dem Gestellraum stehen, nach der vorgeschriebenen Dossirung bearbeitet seyn. Obgleich es an sich gleichgültig ist, ob ein Gestell aus wenigen oder aus vielen Steinen zusammengesetzt wird, so muß man doch suchen, möglichst große Steine zu erhalten, um viele Fugen zu vermeiden. Deshalb stellt man auch niemals zwei Steine neben einander, um die Fläche

im Schmelzraum zu bilden, sondern man legt sie übereinander, und wenn sie nicht die gehörige Länge haben, so stößt man sie so an einander an, daß die Fugen außer dem Schmelzraum fallen. In der Zeichnung, Fig. 557., stellt AAAA den unteren Theil des Schachtes vor, in welchen das Gestell eingesetzt werden soll. Es wird hier eine Zustellung mit offener Brust angenommen, weil diese, wegen des zu bildenden Vorheerdes, schwieriger ist als die Zustellung mit geschlossener Brust. Man legt zuerst den Bodenstein a vollkommen horizontal auf und in eine 20—22 Zoll dicke Schicht von trocknem Sand, mittelt dann die Kern- oder Axenlinie des Schachtes aus, damit diese mit der Axenlinie des Gestelles genau zusammenfällt. Dann richtet man zuerst den Rückstein b, mit der vorgeschriebenen Dossirung auf, und mit der nöthigen Abschrägung von beiden Seiten, gegen welche die auf der Form- und Windseite aufzubauenden Steine gelegt werden. Die vordere Seite des Gestelles nach dem Arbeitsraum bleibt so lange als möglich auf, um die Zustellungsmaterialien mit Bequemlichkeit herbeischaffen zu können. Deshalb werden zuerst die Backenstücken c, oder die Steine welche das Untergestell auf der Form- und Windseite begränzen, aufgestellt, und überhaupt der hintere Theil des Gestelles so weit als möglich aufgeführt. Kann man die Backenstücken in der Länge erhalten, daß sie zugleich den vorderen Raum des Untergestelles (den Vorheerd), also das ganze Untergestell begränzen, so ist dies zur Vermeidung der Fugen zwar sehr gut; weil die Backenstücken aber wenigstens um die ganze Stärke des Rücksteins zurückgelegt werden müssen, so würden sie selten in der ganzen Länge des Untergestelles bis zum Vorheerd zu erhalten seyn, weshalb man genöthigt ist, auf jeder Seite zwei Backenstücke neben einander zu legen. Man hat daher bei jedem Gestell gewöhnlich zwei Hinter- und zwei Vorderbacken. Wird nur mit Einer Form geblasen, so muß wenigstens der Hinterbacken der dem Form-

stein d zur Unterlage dient, genau die Höhe haben, in welcher die Form vom Bodenstein entfernt seyn soll. In dem Formstein ist die Oeffnung für die Form eingehauen. Diese Oeffnung muß so groß seyn, daß die Form mit Bequemlichkeit eingesetzt und gerichtet werden kann, ohne daß aber der Stein dadurch unnöthig zu sehr geschwächt wird. Dem Formstein gegenüber wird auf dem anderen Hinterbacken der Windstein aufgestellt, welcher ebenfalls Formstein ist, wenn mit zwei Formen geblasen wird. Bei der Anwendung von drei Formen, (wie in der Zeichnung Fig. 557. angenommen ist), von denen die dritte dem Vorheerd gegenüber liegen soll, würde der Rückstein bequemer aus zwei Steinen zusammengesetzt seyn, von denen der untere, auf dem Bodenstein liegende, genau die Höhe erhält, welche der Entfernung der Form vom Bodenstein gleich kommt. Die Rückseite mag nun ganz geschlossen seyn, oder sie mag als dritte Formseite, oder vielleicht als zweite Arbeitsseite benutzt werden (wenn das Gestell zwei Vorheerde und zwei Abstichseiten erhalten soll, welches auch schon in Anwendung gekommen ist), so muß sie entweder durch einen einzigen Stein, oder durch Aufschichtung mehrerer Steine, genau die Höhe erhalten, welche dem Gestell zukommen soll. Auch auf den Form- und Windstein werden dann noch Steine e (Gemeinstücke) gelegt, um auf diesen beiden Seiten die ganze Höhe des Gestelles aufzuführen. Die Brust des Ofens ist nun noch ganz offen, und muß, in der Höhe der Formen, durch einen Stein, welcher sich gegen den Form- und gegen den Windstein lehnt, und welcher Tümpel (oder Tümpelstein) f, genannt wird, geschlossen werden. Der Tümpel liegt auf den beiden Vorderbacken, welche oben noch 12 Zoll unter ihm nach außen hervorragen, und den Vorheerd bilden, welcher eigentlich eine Verlängerung des Untergestelles (oder des Eisenkastens) ist, und oben zum Theil durch den Tümpel bedeckt wird. Auf den Tümpel werden dann ebenfalls noch ein oder mehr Steine

g, (Gemeinstücke) gelegt, bis das Gestell auch auf der vorderen Seite die erforderliche Höhe erreicht hat, und die Steine auf allen vier Seiten gleich hoch liegen. Der offene Raum, den die beiden Vorderbacken vor dem Tümpel bilden, wird beim Anblasen des Ofens vorne durch einen Stein h, Wall- oder Dammstein, (weil er einen Wall oder Damm gegen die geschmolzene Masse bildet) geschlossen, so daß nur vor dem Tümpel eine, durch die vordersten Seiten der Vorderbacken und durch den Wallstein gebildete Oeffnung (Vorheerd) bleibt, durch welche man unter dem Tümpel zum ganzen Untergestell, bis zum Rückstein, gelangen kann. Der Wallstein wird zwischen den beiden Vorderbacken so eingeschoben, daß auf der einen Seite ein Schlitz, oder eine Oeffnung in der ganzen Höhe des Untergestelles bleibt, welche beim Betriebe des Ofens mit schwerem Gestübbe ausgefüllt wird, und die Oeffnung zum Stich, nämlich zum Ablassen des Eisens und der Schlacke bildet. Der Wallstein ist also um 2½ bis 3½ Zoll schmaler, als die Weite zwischen den beiden Backen beträgt. Der Tümpel hat von allen Steinen am mehrsten auszuhalten, weil er dem Luftzuge auf der vorderen sowohl als auf der unteren Fläche durch den offenen Vorheerd ausgesetzt ist. Um daher das Zerspringen desselben zu verhüten, und ihn gegen die andringende kalte Luft möglichst zu verwahren, versieht man ihn vorn mit einer 2 Zoll dicken, gegossenen eisernen Platte i (Tümpelblech), die auf dem Tümpeleisen k (einem 3 bis 4 Zoll im Quadrat starken geschmiedeten Eisen, welches vorn am Fuße des Tümpels, quer über die beiden Vorderbacken gelegt ist) ruht. Gewöhnlich ist das Tümpeleisen von geschmiedetem Eisen, damit es nicht bald wegschmelzen möge; auch dient es zugleich als Widerlage beim Arbeiten mit Brechstangen im Gestell. — Sind alle Gestellsteine aufgerichtet, so füllt man die Zwischenräume zwischen den hinteren Seiten der Gestellsteine und zwischen der äußeren Ofenmauer mit Sand, kleinen Ziegeln, Stei-

nen u. s. f. aus. Auf den Form- und Arbeitsseiten müssen aber die Formsteine und der Tümpelstein so weit als thunlich vermauert werden, damit sie nach außen eine möglichst geringe Oberfläche behalten. Diese Mauerungen schließen sich unmittelbar an den Blase- und Arbeitsgewölben an, so daß man im Blasegewölbe bequem zur Form, und im Arbeitsgewölbe zum Vorheerde gelangen, und die dort vorkommenden Arbeiten vornehmen kann. Das durch die Gestellsteine oben, unter dem Schacht, gebildete Viereck, wird durch die Rast m, mit dem Kernschacht n in Verbindung gesetzt. — Den Wallstein setzt man erst ein, wenn der Ofen abgewärmt und gefüllt ist, und wenn zum Anblasen geschritten werden soll, damit man das Gestell während des Abwärmens durch den ganz offenen Vorheerd sehr bequem reinigen kann. Die höchste Kante des Wallsteins pflegt etwa 1 bis 1½ Zoll niedriger zu seyn, als die Höhe der Form, damit die Schlacke über dem Wallstein ablaufen kann. Die Fläche desselben (h) welche den Vorheerd im Gestell begränzt, muß nicht gebogen, sondern gerade seyn, auch muß sie recht weit in den Vorheerd hinein reichen, um ihn einzuengen, und dadurch die Erwärmung desselben zu befördern. Die äußere, oder die dem Gestell abgekehrte Fläche des Wallsteins, wird mit einer gegossenen eisernen Platte r, (Schlackenblech) belegt, in welcher sich oben allenfalls eine Ausrundung zum Ablaufen der Schlacke, und auf der, dem Abstich zugekehrten Seite, einige Löcher und Leisten zum Einsetzen einer Seitenplatte (Leistenblech) befinden. Zwischen diesem Leistenblech und der Pfeilermauer des Arbeitsgewölbes, wird das aus Sand geformte Gerinne (Leisten- oder Masselgraben) zubereitet, welches mit dem tiefsten Punkte des Stiches, oder mit der Stichöffnung selbst in Verbindung steht, und das abzulassende Eisen in die Formen u. s. f. leitet. — Eine Zustellung mit doppeltem Abstich, bei welcher die Rückseite ebenfalls zur Arbeitsseite eingerichtet, und mit Tümpel, Vorheerd und

Wallstein versehen wird, kommt nur selten vor. Vortheilhaft ist eine solche Einrichtung eben nicht zu nennen, weil das Untergestell dadurch noch mehr abgekühlt wird, als es bei dem einen Vorheerde schon der Fall ist. Nur bei großen und weiten Oefen, in welchen, wegen der starken Roheisenerzeugung und der derselben angemessenen großen Windmenge, eine sehr bedeutende Hitze erzeugt wird, so wie auch bei den Hohenöfen, deren Produktion unmittelbar zu Gußwaaren verwendet werden soll, und bei denen man aus einem Vorheerde das Eisen mit den Gießkellen nicht schnell genug würde ausschöpfen können, ist die Zustellung mit zwei Vorheerden nicht unzweckmäßig.

Wenn die Gestellräume nicht aus Steinen, sondern aus Thon zusammengesetzt werden, so muß man die einzustampfende Masse aus einem sehr sorgfältig durchgearbeiteten und gesiebten Gemenge von feuerfestem Thon und ganz reinem Quarzsand bilden, welches nicht stärker angefeuchtet wird, als daß es so eben zusammen ballt. Statt des Quarzsandes bedient man sich noch zweckmäßiger alter feuerfester Ziegelstücken, oder auch des gebrannten Thones selbst, als Zusatz zu dem frischen Thon, indem man den Thon im gepochten Mehlzustande, und die Ziegelstücken oder den gebrannten Thon in der Größe von Erbsen, recht sorgfältig durchgemengt, anwendet. — Sobald das alte unbrauchbar gewordene Gestell ausgebrochen ist, legt man ein Stück Sandstein a, in der Zeichnung Fig. 560., von 4 bis 5 Fuß Länge, 2 bis 2½ Fuß Breite, und 10 bis 14 Zoll Dicke, dergestalt horizontal, daß es 6 bis 7 Zoll vor dem künftigen Gestellraum nach außen hervorragt, um darin die gegossenen eisernen Seitenplatten, welche demnächst den Vorheerd begränzen sollen, einhauen zu können. Dies Stück Sandstein dient nicht sowohl als Unterlage für den Wallstein, sondern vorzüglich dazu, der Masse aus welcher der übrige Theil des Bodensteins gestampft wird, einen

Widerstand entgegen zu setzen. Alsdann wird der alte ausgefressene Boden ausgebrochen. Was davon noch brauchbar geblieben seyn sollte, kann liegen bleiben, und wird mit einem dünnen Thonbrei angestrichen, um dadurch eine Verbindung zwischen der alten zurück bleibenden und der neu einzutragenden Gestellmasse zu bewirken. In die für den Boden bestimmte Vertiefung wird die bereits zubereitete Masse 3 bis 4 Zoll hoch aufgetragen, mit den bekannten Vorsichtsmaaßregeln eingestampft, und das Nachtragen der einzustampfenden Masse so oft wiederholt, bis der Boden eine gleiche Höhe mit dem horizontal gelegten Sandstein a erhalten hat. Nachdem er ganz geebnet ist, wird der Mittelpunkt des Gestelles in gewöhnlicher Art aufgesucht, und es werden die Parallellinien zu den Wänden, welche das Untergestell begränzen sollen, aufgerissen. Um diese Heerdwände zu bilden, werden bei dem Vorheerd (in den Zeichnungen Fig. 562. und 563. c) zwei Stükken Sandstein von etwa 18 bis 20 Zoll Länge, und von der Höhe des Untergestelles, nach den Parallellinien aufgestellt, und, damit sie sich durch das Einstampfen der Masse nicht verrücken, vorne bei der Vorwand des Gestelles vermauert. Diese Steine dienen zum Festhalten der Masse, zum Schutz gegen die Beschädigungen beim Abstechen und Anwärmen, und um die aufstehenden gußeisernen Seitenplatten darin einhauen und festhalten zu können. Ist dies geschehen, so wird der hölzerne Kasten, um welchen das Untergestell gestampft wird, eingesetzt, und zwar nach den auf dem Boden vorgezeichneten Linien. Wenn das Gestell eine runde Gestalt erhalten soll, so giebt man dem Kasten die entsprechende Gestalt. Den Seitenbrettern des Kastens werden inwendig angenagelte Leisten zugetheilt, in welche Querbretter eingeschoben werden, um das Zusammendrücken des Kastens beim Einstampfen zu verhindern. Der Kasten wird nun zwischen den erwähnten beiden Sandsteinen (Fig. 562. d) eingeschoben, rundum mit Masse

umschüttet, und diese bis zur Höhe des Kastens in dem Gestellraum festgestampft. Auf diesen ersten Kasten, welcher das Untergestell bildet, wird nun ein zweiter, zur Bildung des Obergestelles bestimmter Kasten, aufgesetzt. Dieser zweite Kasten erhält, wie das Gestell selbst welches er bilden soll, die Gestalt eines abgestumpften Kegels. Bei hohen Obergestellen wendet man, wegen des leichteren Auseinandernehmens, mehrere Kasten an, und theilt jedem eine Höhe von etwa 18 Zoll zu. Aus demselben Grunde sind diese Kasten, genau in der Mitte, und zwar nach ihrem senkrechten Durchschnitt, in zwei Theile getheilt, und unten und oben mit hölzernen Kreuzen versehen, die ihm selbst Haltbarkeit geben, und zur besseren Befestigung des folgenden Kastens dienen sollen. Außerdem erhalten die Kasten auch inwendig noch Leisten, zum Schutz gegen den Druck der einzustampfenden Masse. Die hölzernen Formkasten, welche die Oeffnungen für die Formen bilden sollen, werden sodann an ihrer gehörigen Stelle angepaßt, und an dem konischen hölzernen Kasten inwendig fest genagelt, damit sie sich beim Einstampfen der Masse nicht verschieben. Dies Verschieben wird dadurch noch mehr verhindert, daß man die zur Bildung der Formöffnungen bestimmten Formen, bis in das gemauerte Formgewölbe, welches beim Einstampfen der Massengestelle stehen bleiben kann, hinein reichen läßt, und dort ebenfalls fest steift, wie Fig. 562., e zeigt, wo f den konischen hölzernen Kasten darstellt. Nunmehr werden zwei gegossene eiserne, unten ebene, oben aber sehr schwach gewölbte Platten gg (Fig. 560. und 561.), die zu ihrer Länge die obere Breite des Vorheerdes erhalten, und noch etwas darüber hinweg reichen, vorzüglich aber mit Lappen von 2 Zoll Länge versehen sind, mit welchen sie auf den Wänden des Vorheerdes aufliegen, auf den zur Bildung des Untergestelles gebrauchten, und neben dem befestigten konischen Kasten gelegt, um den Tümpel zu bilden; worauf über diesen Platten (welche

nach beendigter Zustellung liegen bleiben, und nicht, wie die hölzernen Kasten, wieder ausgezogen werden), sogleich ein 6 Zoll breites Gewölbe h (Fig. 560.) von feuerfesten Ziegeln gespannt wird, um die einzustampfende Masse fest zu halten. Gleichzeitig müssen auch die Seitenmauern neben dem Vorheerd (nachdem vorher die Seitenplatten c, Fig. 561., des Gestelles, welche in dem Sandsteinboden a, Fig. 560., eingelassen sind, und welche sich oben gegen die Tragplatte des Arbeitsgewölbes stützen, aufgestellt worden sind), bis unter dem Tümpeleisen, in einer Höhe von 3 Zoll, mit aufgeführt werden. Das geschmiedete Tümpeleisen k (Fig. 560. und 561.) wird, 6 bis 7 Zoll über die Seitenwände des Vorheerdes überreichend, vorne gegen die feuerfeste Ziegelmauer mit ziemlich steifem Thon angeschmiert, gegen die Mauer angeschoben, und dann wird mit dem Aufmauern der Seitenwände fortgefahren, bis diese so hoch sind, daß sie mit dem feuerfesten Ziegelgewölbe gleiche Höhe erhalten haben. Jetzt wird das gegossene eiserne Tümpelblech m (Fig. 560, 561.), welches genau zwischen diesen Seitenmauern paßt, mit derbem feuerfestem Thon inwendig und seitwärts angeschmiert, auf dem Tümpeleisen aufgestellt, und noch durch kleine eiserne Keile gegen die Seitenmauern befestigt, auch vorne zuerst mit hölzernen Steifen versehen, um dasselbe fest zu halten. Ist dies gehörig besorgt, so wird der um den Kasten f gebildete Raum mit Masse ausgefüllt, mit welcher auch die Platten g g bedeckt werden, und die Masse fest gestampft. Mit dem Aufführen des die vordere Fläche des Tümpels bildenden Gewölbes, und mit dem der Seitenmauern, wird zugleich fortgefahren, bis der 18 Zoll hohe konische Kasten f ganz mit Masse umstampft ist, welches indeß mit großer Vorsicht, besonders über den Platten g, geschehen muß. Hat man endlich, nach Aufstellung des dritten konischen Kastens n, nach dem erfolgten Einstampfen der Masse und nach erfolgter Aufmauerung der Seitenmauern, die Höhe

des Tümpelbleches von etwa 24 Zoll erreicht; so wird eine zweite Platte o (Fig. 560. und 561.) auf die erste Platte, oder auf das Tümpelblech aufgesetzt, welche aber breiter als dieses ist, auf jeder Seite 5 bis 6 Zoll in die Seitenmauer hineinragt, und sich oben gegen die Tragplatte des Ofengewölbes anlehnt, also eine Abdachung nach dem Vorheerde zu bildet, und dadurch die Gestellmauerung nach vorne schließt. Neben dieser Platte und auf deren inneren Seite, wird nun die Vermauerung aller Oeffnungen so lange fortgesetzt, bis sie gänzlich geschlossen sind, während welcher Zeit auch der vierte und letzte Kasten p aufgestellt, und, so wie die Vermauerung vorschreitet, mit Masse umstampft wird. Nach vollendeter Einstampfung wird auf der eingestampften Masse die Aufführung der Rast aus feuerfesten, 18 Zoll langen, vorne nach dem Winkel der Rast abgeschrägten, hinten in einer Kreislinie auslaufenden, keilförmigen Thonziegeln vorgenommen. Ist die Rast völlig aufgemauert, und mit dem Kernschacht verbunden, so werden auch die hölzernen Kasten in den einzelnen Theilen, vermittelst eines Seiles, nach oben, nämlich aus der Gicht des Ofens herausgezogen, nachdem vorher die Zusammenkuppelung der Kasten unter einander losgemacht worden ist. Auf solche Art werden endlich auch der untere Kasten, indem die Steifen welche ihn zusammen halten, los geschlagen worden, und die hölzernen Formen, welche die Formöffnung gebildet haben, hervorgezogen, die inneren Flächen des Gestelles nachgeputzt, und mit dünnem Thonwasser überschlichtet. — Es versteht sich, daß man auch Gestelle, theilweise aus Masse, theilweise aus Steinen zusammensetzen kann, in welchem Fall man häufig zum Tümpel einen Stein anwendet, weil dessen Bildung aus Masse am schwierigsten ist.

Die Höhe der Gestelle ist sehr verschieden. Niedrige, 16 bis 20 Fuß hohe Oefen, erhalten wohl ein (vom Boden an zu rechnen) 4 Fuß hohes Gestell; bei 24 bis 30 Fuß hohen

Oefen wählt man 5 bis $5\frac{1}{2}$ Fuß Höhe. Noch höheren Oefen giebt man ein 6 Fuß hohes Gestell, und bei Koaköfen pflegt es oft $6\frac{1}{2}$ Fuß hoch zu seyn. Die Weite der Gestelle ist eben- falls sehr verschieden, und nicht minder verschieden sind die Verhältnisse der Weite des Gestelles oben bei der Rast und unten am Boden. Je schneller sich die Gestelle nach oben er- weitern, desto mehr stimmt die Zustellung mit derjenigen der Oefen ohne Obergestell überein. Je geringer diese Erweite- rung ist, desto größer ist die Höhe des concentrirten Schmelz- raums, und desto grauer muß, bei gleichen Verhältnissen des Erzes zu den Kohlen, das Roheisen ausfallen. Dabei hängt indeß sehr viel von der Quantität des Windes, von seiner Pressung, und von der Anzahl und Lage der Formen gegen einander ab (Abtheilung 7). Je weiter die Gestelle sind, und je schneller sie sich nach oben erweitern, desto weniger hat man von Versetzungen zu fürchten, desto weniger vortheilhaft wird aber das Brennmaterial benutzt, und desto weniger wird man im Stande seyn, das Roheisen einer so concentrirten Hitze aus- zusetzen, daß es nach dem Erstarren graues Roheisen bildet. Wo mit zwei, oder gar mit drei (jedoch nicht neben einander liegenden) Formen geblasen wird, da sind weitere und schnel- ler sich erweiternde Zustellungen vortheilhaft. Eine sehr enge Zustellung und ein hohes Gestell, können, sogar bei einem so großen Mißverhältniß des Erzes zu den Kohlen daß gar keine vollständige Reduction mehr erfolgt, zur Entstehung von ganz grauem Roheisen Anlaß geben; welcher Erfolg nur ein neuer Beweis von der Erfahrung ist, daß eine vollständige Reduction des Erzes mit der Bildung von grauem Roheisen gar nicht im unmittelbaren Zusammenhange steht, sondern daß die Um- änderung des weißen in graues Roheisen, lediglich von einem hohen Hitzgrade abhängt, der bei engeren und hohen Zustel- lungen zufällig im Gestell, oder wenigstens vor der Form vor- handen seyn kann, während die Temperatur über dem Gestell

schon so gesunken ist, daß gar keine vollständige Reduction des Erzes mehr statt findet. Die ängstliche Sorgfalt, welche man nicht selten bei der Befolgung gewisser, oft fortgeerbter Gestelldimensionen anwenden sieht, mag in den nicht ungünstigen Erfolgen des geführten Betriebes ihren Grund haben; wenn man aber erwägt, daß das Gestell schon in den ersten Wochen des Betriebes eines Ofens, wesentliche Veränderungen in den Dimensionen der Weite erlitten hat, und daß die ersten Wochen des Betriebes gewöhnlich die weniger günstigen Schmelzresultate gewähren (selbst wenn der Einfluß der Wärmeabsorbtion durch die Ofenwände in den ersten Betriebswochen nicht unberücksichtigt bleibt); so darf man nicht mehr hoffen, in den gewählten Gestelldimensionen allein, den Grund zu dem günstigen Erfolge des geführten Betriebes zu finden. So wahr es ist, daß die engste Zustellung immer die vortheilhafteste ist, weil die Kohlen dabei am besten zusammengehalten werden, und der Wind am wenigsten zerstreut wird; eben so wahr ist es auch, daß die Erzeugung eines gehörigen, einem jeden Brennmaterial angemessenen Grades der Hitze, besonders aber die, durch eine zweckmäßige Construktion des ganzen Ofenraums, von der Form bis zur Gicht, herbeigeführte vollständige Benutzung der entwickelten Hitze, und das allmälige Niedergehen der Schmelzschichten in immer stärker erhitzte Räume, die eigentlichen und wahren Bedingungen zu einem günstigen Gange des Ofens sind. Man wird daher im voraus schon ein gerechtes Mißtrauen gegen die Zweckmäßigkeit aller derjenigen Schacht- und Gestell-Construktionen haben müssen, bei welchen eine Abweichung von der regelmäßigen Gestalt statt findet, sey es dadurch, daß die Axenlinien des Schachtes und des Gestelles nicht zusammenfallen, oder dadurch, daß man den Neigungswinkeln der Flächen, welche das (Ober- oder auch Unter-) Gestell mit dem Kernschacht verbinden, an den verschiedenen Seiten des Gestelles eine verschiedene Größe zu-

theilt; oder dadurch, daß man sich überhaupt von der regelmäßigen Gestalt der horizontalen Querschnittsflächen des Schachtes und des Gestelles entfernt.

Bei den Bestimmungen der Höhe und der Weite der Gestelle, wird man sich daher vorzüglich nach der Beschaffenheit des Brennmaterials, nach der Menge des Windes, nach der Anzahl der Formen, durch welche derselbe in den Ofen geführt wird, und nach der Beschaffenheit des Roheisens richten müssen, welches man darstellen will. Holzkohlen aus weichen Holzarten, besonders aus überständigem, raupenfräßigem, und durch lange dauerndes Verflößen stark ausgelaugtem weichem Holz, die nur eine geringe Hitze entwickeln, so wie sehr schwer entzündbare Koaks aus Sinterkohlen, wohl gar aus Sandkohlen, und endlich anthracitartige Steinkohlen, erfordern nothwendig engere und höhere Zustellungen, welche bei großen Windquantitäten, und bei zwei, noch besser bei drei Formen, weiter und niedriger gewählt werden können. Holzkohlen aus festen und derben Holzarten, und Koaks aus guten Sinterkohlen, die in Backkohlen übergehen, machen eine weitere und niedrigere Zustellung zuläßig. Weißes (und übrigens gaares, oder bei vollständiger Reduction des Erzes erzeugtes) Roheisen, läßt sich bei sehr engen und hohen Gestellen kaum anhaltend darstellen; eben so wenig wird es aber gelingen, graues Roheisen bei sehr weiten und niedrigen Zustellungen zu erzeugen, wenn auch die Reduction des Erzes ganz vollständig statt finden mag, vorausgesetzt daß man von den Kohlen die volle Wirkung erwartet, die sie, bei der ihrer Beschaffenheit angemessenen Zustellung und Schachtdimension, hervorbringen würden. Der Gaargang, oder der gaare Gang eines Ofens, d. h. die vollständige Reduction des Erzes, wird von den Dimensionen des Gestelles allein nicht unmittelbar abhängig seyn, indem er durch die Temperatur im Ofen überhaupt, also vorzüglich durch das Verhältniß der Beschickung zu den

Kohlen bestimmt wird. Welchen Einfluß dabei außerdem die Höhe und die Weite des Schachtes, so wie das Verhältniß dieser beiden Dimensionen zu einander, in Verbindung mit der Quantität des zugeführten Windes, und mit den bei der Windführung getroffenen Maaßregeln überhaupt, ausüben, ist schon in der 7. Abtheilung angegeben worden. Vorausgesetzt also, daß Höhe und Weite des Schachtes und Quantität des Windes, in einem so richtigen Verhältniß zu einander stehen, daß dadurch die größte Wirkung von dem Brennmaterial erwartet werden kann; wird der Einfluß der im Gestelle entwickelten Hitze, vorzüglich nur auf das schon gebildete, aber von der Schlacke noch nicht geschiedene Roheisen gerichtet seyn. War die Reduction des Erzes in dem Augenblick wo die Schichten in den Schmelzraum treten, noch nicht vollständig erfolgt, so wird sie auch im Gestell selbst nur sehr wenig und unvollkommen fortgesetzt werden. Es bilden sich Silikate, und es tritt hier in einem noch höheren Grade das Verhältniß ein, welches bei den zu leichtflüssigen Erzen überhaupt statt findet, daß sie sich nämlich durch die Schmelzung zu Silikaten der Reduction entziehen. Die höheren Gestelle werden daher bei einem Rohgange, d. h. bei einer zu niedrigen Temperatur im Ofen, bei welcher die Reduction nicht vollständig erfolgt, vor den niedrigen Gestellen keinen Vorzug haben; sie werden vielmehr ein Kaltblasen, nämlich ein Erstarren und Ansetzen der halbgeschmolzenen Massen, noch leichter als die niedrigeren Gestelle herbeiführen. Anders ist das Verhalten, wenn die Reduction des Erzes vollständig statt gefunden hat, so wie es den Schmelzraum erreicht. Hier erfolgt zuvörderst die Scheidung des Roheisens von der Schlacke durch den Uebergang in den flüssigen Zustand. Verweilen Schlacke und Eisen nicht lange in der concentrirten Schmelzhitze, so kann das Roheisen seinen ganzen Kohlegehalt behalten, weil keine Einwirkung auf die Schlacke statt findet. Das Resultat wird gaares weißes

(spiegelartiges), oder graues Roheisen mit dem größten Kohlegehalt seyn, je nachdem das Gestell weiter oder enger gewählt, je nachdem die Beschickung schon weniger oder mehr vorbereitet in den Schmelzraum getreten, und je nachdem durch die angewendete Beschickung eine leicht- oder strengflüssigere Schlacke gebildet ist. Wird die geschmolzene Masse aber bei hohen Gestellen lange in concentrirter Hitze erhalten, so findet eine Einwirkung des Eisens auf die Schlacke statt, und der Erfolg wird immer ein sehr graues, weniger Kohle, aber viel Silicium und Mangan enthaltendes Roheisen seyn, welches nur zur Anfertigung von Gußwaaren, vorzüglich wenn es zum Umschmelzen bestimmt ist, vorgezogen zu werden verdient. Hohen Obergestellen kann man also nur dann vor den niedrigen den Vorzug einräumen, wenn es die Absicht ist, sehr strengflüssiges graues Roheisen mit geringem Kohlegehalt darzustellen. Dagegen wird die möglichst enge Zustellung, verbunden mit einem niedrigen, oder vielmehr mit einem nicht zu allmälig sich erweiternden Obergestell, jederzeit zu empfehlen seyn, wenn das Roheisen zum Verfrischen bestimmt ist, weil sie die vollkommenste Benutzung der aus dem Brennmaterial entwikkelten Hitze gestattet.

Erweitert sich der Schmelzraum oder das Gestell, nach Maaßgabe der geringeren oder größeren Feuerbeständigkeit der Gestellmassen, und des Einflusses übel gewählter Beschickungen, früher oder später zu sehr, so läßt sich die Schmelzhitze nicht mehr concentriren, weshalb bei derselben Beschickung, bei demselben Verhältniß der Beschickung zu den Kohlen, und bei derselben Stärke des Gebläses, die Hitze zu sehr zerstreut wird. Soll dann noch eine vollständige Reduction des Erzes, und eine reine Scheidung des Roheisens von der Schlacke erfolgen, so muß der Erzsatz vermindert, oder in einigen Fällen (bei schwer entzündlichen Koaks) das Gebläse unverhältnißmäßig verstärkt werden. Die Kohlen können bei einem zu sehr er-

weiterten Schmelzraum nicht zusammengehalten werden; sie verbrennen zum Theil ohne Wirkung, weil die Verstärkung des Gebläses nur bis zu einem gewissen Grade ausführbar ist. Ein Theil der Erze rückt unvollkommen reducirt in den Schmelzraum, so daß nicht selten graues Roheisen, weißes Roheisen und verschlacktes Erz gleichzeitig gebildet werden. Durch die nothwendig werdende Verminderung des Erzsatzes entsteht dann eine so unvortheilhafte Benutzung des Brennmaterials, daß es nothwendig wird, den Betrieb einzustellen, oder den Ofen niederzublasen (auszublasen).

Vergleicht man die in der 7ten Abtheilung und hier so eben entwickelten Grundsätze über die Construktion der Schacht- und Gestellräume, mit den in den verschiedenen Europäischen Staaten wirklich in Anwendung kommenden Schachtöfen zum Schmelzen der Eisenerze; so ergiebt sich bald eine mehr oder minder bedeutende Abweichung. Auch darüber, ob man mit größerem Vortheil Oefen mit geschlossener, oder mit offener Brust anwendet, ist man nicht einig. In einigen Gegenden würde man den Blauofen gegen den Hohenofen nicht vertauschen, wogegen man in anderen Gegenden der Meinung ist, in dem Blauofen kein gutes Produkt gewinnen zu können. Hier hat man angefangen dem Blauofen ein Obergestell zu geben, dort würde man die schlimmsten Folgen für die Beschaffenheit des Roheisens befürchten, wenn man dem Hohenofen ein Obergestell zutheilte. Im südlichen Deutschland und in Schweden geht man von fast gleichen Grundsätzen bei der Schachtconstruktion aus; man verwirft nämlich das Obergestell, und schmelzt, dort mit geschlossener Brust, in Blauöfen, hier mit offener Brust, in Hohenöfen. Im nördlichen und westlichen Deutschland und in Frankreich, gehören die Oefen ohne Obergestelle, sey es mit geschlossener oder mit offener Brust, zu den Seltenheiten, und eben diese Einrichtung zeigt sich ziemlich allgemein bei den Oefen in England. Bei allen

Oefen ohne Obergestell ist die Construktion des Schachtes ziemlich übereinstimmend, und die Abweichungen sind unwesentlich. Man versieht die Schächte überall mit einem Kohlensack, obgleich man denselben nicht immer in einerlei Höhe anbringt, sondern den Theil des Kernschachtes, der an dem Untergestell angeschlossen ist, bald mehr bald weniger zusammenzieht, also den Kohlensack bald in einer größeren, bald in einer geringeren Höhe über dem Boden, oder über der Form anlegt, folglich die Curve, nach welcher der Schacht construirt ist, — in sofern man ihm nicht bloß die Gestalt von zwei abgekürzten Kegeln giebt, — auf mancherlei Weise abändert. Diese Abänderungen treffen auch die Höhe der Oefen, indem man einige nicht über 18 bis 20 Fuß hoch macht, weil man bei einer größeren Höhe schon ein schlechtes Produkt darzustellen fürchtet; anderen dagegen eine Höhe von 35 bis 40 Fuß zutheilt, um das Brennmaterial vortheilhafter zu benutzen. In anderen Gegenden pflegt man die Höhe von 28 bis 30 Fuß als die Normalhöhe eines mit Holzkohlen betriebenen Ofens ohne Obergestell anzusehen. Bei den mit einem Obergestell versehenen Oefen sind die Abweichungen noch bedeutender, indem auch die verschiedenen Dimensionen der Gestelle und die Neigungswinkel der Rast in Betrachtung kommen. Die Meinungen über die Höhe der Oefen, so wie über die Weite und Lage des Kohlensackes, sind hier eben so verschieden; auch hat man Schächte ohne Kohlensack anzuwenden angefangen, indem man den Kernschacht von der Rast bis zur Gicht senkrecht in die Höhe führte. Die Oefen welche mit Koaks betrieben werden, pflegen ziemlich allgemein ein Obergestell zu erhalten, obgleich man auch bei den Koakschmelzöfen schon angefangen hat, das Obergestell abzuwerfen.

Bei großen und weiten Oefen, in denen eine große Hitze entwickelt wird, pflegt man 2, auch wohl 3 Kernschächte anzuwenden, und diese mit Füllungen in Verbindung zu setzen,

um die Hitze besser zusammen zu halten. Man setzt die Kernschächte auch deshalb, und weil sie, wenn sie für sich allein aufgeführt werden sollten, keinen festen Zusammenhalt haben, und leicht einstürzen würden, in einen besonderen Ofenkörper (Mantel), der unverändert stehen bleibt, wenn die Kernschächte (oder Futterschächte) wegen erhaltener Beschädigungen, oder wegen theilweisen Wegschmelzens, ausgewechselt werden müssen. Der Ofenkörper, dessen äußere Gestalt an sich ganz gleichgültig ist, wird gewöhnlich aus Ziegelmauerung aufgeführt, wobei auf die Abzüge für die Feuchtigkeit, so wie auf die Verankerungen gleich Rücksicht genommen wird. In neueren Zeiten hat man indeß angefangen, diesen Ofenkörper aus einem gegossenen eisernen Mantel bestehen zu lassen (Abtheilung 7.) In Schweden waren, früher mehr als jetzt, die Oefen mit Holzzimmerung üblich, bei denen der Zwischenraum zwischen dem Holzgezimmer und dem Kernschacht mit trockner Erde und Sand ausgefüllt ward. Diese Einrichtung empfiehlt sich zwar nicht durch Eleganz, wohl aber durch Zweckmäßigkeit und Wohlfeilheit. — Die Gichten der Oefen versieht man bald mit niedrigen, bald mit sehr hohen, kegelartig aufgeführten Windmauern, oder auch mit dekorirten Gallerieen u. s. f. — Zur Heraufschaffung des Schmelz- und Brennmaterials auf die hohen Gichten, sind besondere Gichtenhäuser (Gichtenthürme) erforderlich, in denen die Maschinerie zum Hinaufbringen der Materialien auf die Gicht befindlich ist. In anderen Fällen sind die Oefen, wenn das Terrain die vortheilhafte Einrichtung gestattete, gegen einen Berg gelehnt, so daß eine Brücke, die von der Gicht zum Plateau des Berges führt, schon ausreicht. Ueberhaupt läßt sich eine sehr große Mannigfaltigkeit der Einrichtungen denken, durch welche die Schmelzmaterialien der Gicht zugeführt werden. Die mit der Lage der Forsten, der Steinkohlengruben und der Erzgruben häufig in Verbindung

zu setzende Einrichtung der Erz- und Kohlenplätze, kann dabei zu vielen Modifikationen Anlaß geben.

Die Darstellungen der Schachtöfen zum Verschmelzen der Eisenerze in den nun zu erläuternden Zeichnungen, werden dazu dienen, die verschiedenen Einrichtungen bei den Eisenerz-Schmelzöfen kennen zu lernen, und zugleich die Construktionen der Schächte und Gestelle mit denen zu vergleichen, wie sie aus den entwickelten Grundsätzen hervorgehen würden. Die Anzahl der abweichenden Schachtconstruktionen bei wirklich vorhandenen Oefen, ließe sich leicht sehr bedeutend vermehren; allein es würde ganz zwecklos seyn, die Vergleichungen zu häufen, besonders wenn nicht gleichzeitig die Beschaffenheit des Brennmaterials und der Erze, die Stärke des Gebläses, und die Art des Produktes, welches in den Oefen, — es sey aus welchem Grunde es wolle, — dargestellt werden soll, sehr genau bekannt sind.

Die Zeichnungen Fig. 566. (Taf. XXV.) und 571. (Taf. XXVI.) stellen einen von den höheren Steyermärkischen Oefen, — den Wrbna Ofen zu Eisenerz, — im Längenprofil nach der Linie AB, und im Horizontaldurchschnitt im Niveau der Formen, nach CD dar. Diese Zeichnungen geben im Allgemeinen einen Begriff von der Bauart der Oefen mit offener Brust (Blauöfen), wie sie in Süddeutschland angetroffen werden. Bei den niedrigeren Oefen bedient man sich nicht der Sandsteine, aus welchen der Schmelzraum zusammengesetzt ist, sondern wendet dazu Thon an, oder Thonsteine, die möglichst feuerfest seyn müssen. Das Schachtfutter (der Kernschacht) ist zuweilen doppelt vorhanden; die niedrigeren Oefen erhalten aber immer nur ein Futter. Von der Rauhmauer des Ofens, in welcher das Schachtfutter eingesetzt ist, wird das letztere durch eine 6 Zoll starke Füllung von zerschlagenen Ziegeln getrennt, damit sich die Schachtmauer ohne Nachtheil für die Rauhmauer ausdehnen kann. Bei den niedrigen Oefen

ist eine solche Füllung nicht vorhanden. Auch zweier Formen bedient man sich nur bei den höheren Oefen. In der Ofenbrust, welche in einer Höhe von 36 Zoll vom Bodenstein aufgeführt ist, befindet sich die 12 Zoll breite Stichöffnung A zum Ablassen der Schlacke und des Eisens. Der Wrbna Ofen ist rund, und vom Boden bis zur Gicht 36 (Wiener) Fuß hoch *). Die Gicht ist 26 Zoll weit. Der Kohlensack hat eine Weite von 8½ Fuß. Der ganze Schacht besteht aus zwei abgekürzten Kegeln, von denen der obere 24, und der untere 12 Fuß hoch, und deren gemeinschaftliche Grundfläche der Kohlensack ist. Ein Obergestell ist nicht vorhanden, indem die Fläche vom Kohlensack bis zur Form, als Rast und als Obergestell betrachtet werden kann. Die Formen sind 18 und 20 Zoll vom Bodenstein entfernt, und haben in ihrer Richtung gegen den Schmelzraum die im Grundriß angedeutete Abweichung; man giebt ihnen eine Neigung gegen den Bodenstein von 3—5 Graden. Wie alle Süddeutsche Oefen, ist auch der Wrbna Ofen auf der Gicht mit einer hohen Windmauer versehen, in welcher sich die Oeffnung B befindet., durch welche man zur Gicht gelangt. Der Ofen verschmelzt leichtflüssige und leicht reducirbare Braunerze, und erzeugt Spiegelfloß und blumige Flossen. Zum Bodenstein wird zuweilen Marmor angewendet. Die Abzüge für die Feuchtigkeit befinden sich sowohl unter dem Bodenstein, als auch in der Rauhmauer des Ofens. Bei der Stärke der Rauhmauer, und weil immer nur sehr leichtflüssige Beschickungen verschmolzen werden, folglich die Hitze im Ofen nicht sehr groß ist, hat man keine Verankerungen nöthig. Das Arbeits- und die Form-Gewölbe sind wirkliche massive Gewölbe, und werden durch Tragebalken nicht unterstützt.

In den Zeichnungen Fig. 572., 573. und 574. ist ein 28½ Fuß hoher Ofen mit offener Brust dargestellt, so wie er

*) 100 Wiener Fuß = 100,71 Fuß rheinländisch oder preußisch.

auf der Creutzburger Hütte in Oberschlesien, zum Verschmelzen von Sphärosideriten bei Holzkohlen, angewendet wird. Eine ähnliche Einrichtung findet bei allen Norddeutschen Hohenöfen statt, nur daß Schachtconstruktion, Windführung, Zustellung, Einrichtung des Arbeits- und des Blasegewölbes u. s. f. auf sehr verschiedene Weise abgeändert seyn können. Der Creutzburger Ofen wird mit feuerfestem Thon zugestellt, und nur zum Tümpelstein, so wie zum Wallstein, und zu den beiden sogenannten Vorderbacken, welche dem Tümpelstein zur Grundlage dienen, werden Sandsteine genommen. Man giebt den Oefen keine so hohe Gichtmauern wie in Süddeutschland. Dagegen wird für die Verankerung der Rauhmauer und für den Abzug der Feuchtigkeit durch Kanäle in der Rauhmauer sehr gesorgt. Der Grundriß, Fig. 573., zeigt die ganze Länge des Gestelles in der Formhöhe. Die Zeichnung, Fig. 574., ist ein Längenprofil nach AB des Grundrisses, oder durch beide Formen, und Fig. 572. eine Seitenansicht. In dem massiven Fundament des Ofens ist eine 3 Fuß 3 Zoll hohe Röhre durchgeführt, welche die mit dem Gebläse communicirenden und zu beiden Blasegewölben führenden Windleitungsröhren aufnimmt, und welche zugleich als Hauptabzugkanal für die Feuchtigkeit dient. Wegen der örtlichen Beschaffenheit zu Creutzburger Hütte, hat das massive Fundament noch 8 Fuß 9 Zoll unter der Röhre fortgeführt, und auf eingerammtes Pfahlwerk gelegt werden müssen. Auf den Zeichnungen, die keiner weiteren Erläuterung bedürfen, sind:

a. Der Wallstein } aus Sandstein.
c. Die beiden Vorderbackensteine } aus Sandstein.
d. Die Thonmasse für das Gestell.
g. Eine Mauerung von gewöhnlichen Ziegeln für den Rauhschacht und zur Ausfüllung des Gestellraums.
h. Das Schachtfutter und die Rast, aus feuerfesten Thonziegeln bestehend. Das Futter ist nicht unmittelbar mit

der Rauhmauer verbunden, sondern von demselben durch einen $1\frac{1}{2}$ Zoll weiten offenen Raum m getrennt.

i. Eine Ausfüllung von zerschlagenen Ziegeln und von Sand.

k. Kanäle zur Ableitung der Feuchtigkeit.

l. Eine Sandschicht zur Unterlage für die Gestellmasse.

n. Die Abstichöffnung.

o. Ein Damm von Sand, um die Abstichöffnung zu verschließen.

Auf der Eisengießerei bei Gleiwitz in Oberschlesien, werden in einem 40 Fuß hohen Ofen ockrige Brauneisensteine aus der Juraformation, und Sphärosiderite aus der alten Steinkohlenformation, bei Koaks aus Sinterkohlen, die einen schwachen Uebergang in Backkohlen machen, verschmolzen. Die Bauart dieses Ofens zeigen die Zeichnungen Fig. 577. im Grundriß in der Formhöhe, oder im Durchschnitt nach der Linie EF, Fig. 567. im Durchschnitt nach CD, Fig. 569. im Durchschnitt nach AB des Grundrisses, und Fig. 568. in der vorderen Ansicht. Der Ofen wird mit 2 Formen betrieben, und liefert (graues) Roheisen für die Gießerei. Mit Ausnahme des Tümpelsteins, der Vorderbacken und des Wallsteins (und theilweise auch des Bodensteins), ist das Gestell aus Masse gebildet. Das Fundament des Ofens ist ganz massiv. In den Zeichnungen haben alle Buchstaben eine gleiche Bedeutung, und es ist:

a. Das Gestell aus feuerfester Thonmasse.

b. Sand, welcher dem Boden des Gestelles zur Grundlage dient, und auf einer eisernen Platte ruht, welche die Kanäle:

c. Zum Abführen der Feuchtigkeit, bedeckt.

d. Futtermauern aus feuerfesten Thonziegeln.

e. Eine Füllung von zerschlagenen Ziegelsteinen.

f. Mauerwerk aus feuerfesten Thonziegeln.

g. Der Tümpelstein.
h. Die beiden Vorderbacken.
i. Die kupfernen Formen.
k. Gegossene eiserne Düse.
l. Lederne Schläuche.
m. Windsperrungskasten.
n. Gegossene eiserne Anker, die in besonders dazu ausgesparten Räumen in der Rauhmauer liegen, welche Räume zugleich als Abzugöffnungen für die Feuchtigkeit dienen. Die Anker sind da wo sie aus der Rauhmauer heraustreten, mit durchlochten Köpfen versehen, durch welche die Riegel r gesteckt sind.
o. Gegossene eiserne Tragebalken, um das Arbeits- und die Blase-Gewölbe zu bilden.
p. Der vordere Theil des Bodensteins, welcher aus Sandstein besteht.
q. Der Wallstein.
t. Die Abstichöffnung.
z. Angeschütteter Sand, womit die Wallsteinplatte bedeckt ist, und auf welchem die Schlacke abläuft.

Auf der Königshütte in Oberschlesien befinden sich vier Hohöfen, welche fast dieselben Erze wie der Gleiwitzer Ofen verschmelzen, und welche ebenfalls Koaks aus sehr guten, den Backkohlen sich nähernden Sinterkohlen, erhalten. Diese Oefen liefern Roheisen für die Frischhütten. Den einen davon (den Reden Ofen) stellen die Zeichnungen Fig. 576. im Grundriß, im Niveau der Formen, oder im Durchschnitt nach der Linie EF; Fig. 565. nach der Linie CD des Grundrisses, und Fig. 564. theils nach der Linie AB des Grundrisses, theils in der vorderen Ansicht dar. Der Ofen wird mit drei Formen betrieben. Er hat, so wie die übrigen Oefen, eine in der oberen Hälfte runde, in der unteren Hälfte achteckige Rauhmauer. Ueber der Gichtöffnung liegt die Schienenstraße, auf welcher

die Erz- und Kohlenwagen über den Schacht geschoben, und dann entleert werden. Man hat dem Ofen ein dreifaches Futter von feuerfesten Ziegeln gegeben, von denen aber das innere wegfallen wird, um dem Ofen eine größere Weite, wenigstens im Kohlensack, zu ertheilen. Die Verankerung der Rauhmauer besteht theils (oben) aus geschmiedeten eisernen Reifen, theils (unten) aus geschmiedeten eisernen Ankern, welche durch die Mauerung gelegt sind. Auf den Zeichnungen bedeuten:

a. Abzugkanäle für die Feuchtigkeit.
b. Eine Sandschicht zur Unterlage für den Boden des Gestelles.
c. Ein Stück Bodenstein.
d. Die Zustellung aus feuerfester Thonmasse.
e. Der Wallstein.
f. Die Wallsteinplatte.
g. Die Schlackenplatte.
h. Die Schlackenleiste.
i. Das Tümpeleisen von geschmiedetem Eisen.
k. Das Tümpelblech, oder die gegossene eiserne Platte zur Verwahrung des Tümpels.
l. Mauerwerk von feuerfesten Ziegeln.
m. Futtermauern von feuerfesten Thonziegeln.
n. Hinterfüllung mit zerschlagenen gewöhnlichen Ziegeln.
o. Gegossene eiserne Tragebalken.
p. Geschmiedete eiserne Reifen.
q. Geschmiedete eiserne Anker.
r. Gegossene Ankerplatten.
s. Die 3 kupfernen Formen.
t. Die gegossenen Düsen, verbunden durch:
u. Die ledernen Schläuche, mit:
v. Den Windsperrungskasten, an denen:
w. Die Kasten angebracht sind, in welchen sich die Windmesser befinden.

z. Die beiden Vorheerdleisten.

tz. Die gegossenen eisernen Straßschienen.

Statt den Kernschacht mit einer Mauer zu umgeben, hat man hier und dort angefangen, ihn mit einem gegossenen eisernen Mantel, oder auch nur mit nahe an einander geschobenen geschmiedeten eisernen Reifen, zusammen zu halten. Diese Bauart wird indeß schwerlich eine allgemeine Anwendung finden, und sie kann nur dort Berücksichtigung verdienen, wo es mehr darauf ankommt, Zeit zu gewinnen, als mit Ersparung von Kohlen zu arbeiten. Auf den Erfolg der Schmelzarbeit kann es an sich nicht von wesentlichem Einfluß seyn, ob der Schacht durch eine steinerne oder durch eine eiserne Umgebung die erforderliche Stabilität erhält; aber wesentlicher wird der Einfluß seyn müssen, den die Gestalt des Schachtes auf jenen Erfolg ausübt. Der Querdurchschnitt der Schächte ist jetzt fast allgemein der Kreis; seltener werden viereckige, achteckige u. s. f. Schächte angetroffen. Die Gestalt der horizontalen Durchschnittsfläche scheint, wenn sie von einer regelmäßigen Figur nicht abweicht, ziemlich gleichgültig zu seyn, obgleich kein Grund vorhanden ist, irgend einer anderen Figur den Vorzug vor der Kreisfläche zu geben. Dagegen hat man die Gestalt der Schächte, in den Längendurchschnitten derselben, auf eine mannigfache Weise abgeändert. Unwesentlich ist der Umstand, ob die Oefen mit offener oder mit geschlossener Brust zugestellt sind; aber sehr wesentlich werden die Höhe und die Weite des Schachtes, die Weite der Gicht, die Weite und die Lage des Kohlensackes, die Weite und die Höhe des Schmelzraumes, und die Verhältnisse in welchen alle diese Dimensionen zu einander stehen, auf den Erfolg der Schmelzarbeit, d. h. auf das Verhältniß des Erzsatzes zu dem Kohlensatz, einwirken müssen. Enge Schmelzräume tragen immer zur Kohlenersparung bei, aber die Höhe der Schmelzräume sollte sich nach der verlangten Beschaffenheit des darzustellenden Roh-

eisens richten, wenn nicht besondere, in der Beschaffenheit des Schmelzmaterials begründete Umstände, auf die Bestimmung der Höhe des Schmelzraums einen Einfluß haben. Ueber die Weite der Gichtenöffnungen, über die Vortheile welche der Kohlensack gewährt, und über die Verbindung des Kohlensacks mit dem Schmelzraum, welche zweckmäßiger durch eine successiv erfolgende Zusammenziehung des Schachtes, als durch plötzliche Verengungen vermittelst der sogenannten Rasten statt findet, sind schon die erforderlichen Erörterungen gegeben worden. Auf wie verschiedene Weise man alle diese Zwecke zu erreichen sucht, werden die in den Zeichnungen dargestellten Profile ergeben.

Fig. 598. ist das Profil von dem Hohenofen zu Gittelde, welches zugleich eine Vorstellung von der Gestalt der Schächte giebt, wie man sie allgemein am Harz anwendet. Der Ofen ist 25½ preußische Fuß hoch. Flache Rasten, ein ganz nahe am Schmelzraum liegender Kohlensack, enge und hohe Gestelle, und verhältnißmäßig weite Gichten, sind das Eigenthümliche der Harzer Oefen, welche fast sämmtlich mit offener Brust und mit einer Form arbeiten.

Fig. 592. und 593. sind die Längenprofile von dem Hohenofen zu Finspång, von denen das eine durch die (offene) Vorwand und Rückseite, und das andere durch die Form- und Windseite genommen ist. Diese Profile zeigen zugleich die Gestalt der Schächte, wie sie, mit unbedeutenden Abweichungen, in ganz Schweden eingeführt sind. Der Ofen zu Finspång gehört zu den höchsten, welche in Schweden angetroffen werden. Er ist vom Boden bis zur Gicht 28 Fuß 5 Zoll rheinl. hoch. Der Kohlensack ist 7 Fuß 1 Zoll rheinl. im Durchmesser (denn in Schweden hat man überall kreisrunde Schächte) weit, und liegt 13¼ Fuß vom Boden entfernt. Die Gichtöffnung hat eine Weite von 4½ Fuß im Durchmesser. Das Längenprofil wird vom Kohlensack bis zur Gicht durch ganz gerade Linien gebildet, aber mit dem Schmelzraume, in

der Höhe der Form, verbindet man den Kohlensack durch eine Curve, deren Krümmung nicht auf allen Seiten des Ofens gleich groß ist, und auf deren Gestalt man eine große Wichtigkeit legt. Auch wird der Kohlensack bald etwas mehr, bald etwas weniger vom Bodenstein entfernt. Die Form liegt 18 bis 19 Zoll vom Boden. Die Anwendung von mehreren Formen ist in Schweden nicht eingeführt. Man giebt aber der Form fast immer eine geringe Neigung in den Heerd, welche am höchsten (bis zu 5 Graden) steigt, wenn das Roheisen zum Geschützguß bestimmt ist. Das Untergestell erhält von der Formhöhe bis zum Boden eine kleine, obgleich unbedeutende Dossirung, so daß die Weite des Untergestelles von der Form- zur Rückseite, auf dem Boden 23 Zoll, und in der Formhöhe 24 Zoll beträgt. Ein Obergestell ist nur auf der Formseite vorhanden, und dort etwa 12 Zoll hoch.

Fig. 602. ist der Längendurchschnitt des 27 Fuß hohen Ofens zu Malapane in Oberschlesien, welcher mit 2 Formen betrieben wird, und in welchem mulmige und thonige Brauneisensteine mit Sphärosideriten bei Holzkohlen verschmolzen werden. Das Profil ist durch die beiden Formseiten genommen. Das Gestell hat eine Höhe von 5 Fuß 4 Zoll, mit einer Weite von 16 Zoll am Boden, und von 26 Zoll oben bei der Rast. Der Ofen soll graues Roheisen für die Gießerei liefern. Der 8½ Fuß weite Kohlensack liegt nur 9 Fuß 2 Zoll vom Boden, und 17 Fuß 10 Zoll von der 3½ Fuß im Durchmesser weiten Gicht entfernt, mit welcher er durch gerade Linien verbunden ist. Weil die Entfernung der Formen vom Boden nur 15 Zoll beträgt, so hat das Obergestell eine bedeutende Höhe. Eine größere Weite des Obergestelles würde ungleich zweckmäßiger seyn, wenn das Roheisen nicht vorzugsweise für die Gießerei bestimmt wäre. Der Ofen arbeitet mit offener Brust.

In dem 28 Fuß 3 Zoll hohen Ofen, dessen Längenprofil

durch die Form, die Zeichnung Fig. 599. darstellt, werden zu Vietz in der Neumark Raaseneisensteine bei Holzkohlen verschmolzen. Das Roheisen ist zur Gießerei bestimmt, woraus sich die sehr enge und hohe Zustellung erklärt. Die Höhe des Gestelles beträgt 5¼ Fuß; unten ist es 16 Zoll, oben nur 20 Zoll weit; die Form liegt 17 Zoll vom Boden entfernt. Der Ofen arbeitet mit offener Brust. Der 6¾ Fuß weite Kohlensack befindet sich in einer Höhe von 5 Fuß über dem Gestell, und in einer Entfernung von 18 Fuß von der 3 Fuß 2 Zoll weiten Gicht, die 2¼ Fuß tief cylindrisch niedergeht, dann aber durch eine Curvenlinie mit dem Kohlensack verbunden ist.

Eine ähnliche, wesentlich wenigstens nicht abweichende Construktion, hat der Schacht des Ofens zu Peitz, welchen die Zeichnung Fig. 596. im Längenprofil durch die Form darstellt. Auch in diesem 23 Fuß 7 Zoll hohen Ofen werden Raaseneisensteine mit Holzkohlen für den Gießereibetrieb verschmolzen. Die Zustellung ist mit offener Brust; das Gestell 4 Fuß 1 Zoll hoch, unten 12 Zoll, ober nur 17 Zoll weit, sich dann rastförmig bis zu dem 6½ Fuß weiten Kohlensack erweiternd, welcher 14 Fuß 10 Zoll von der 3 Fuß 4 Zoll weiten Gichtöffnung entfernt, und durch gerade Linien mit derselben verbunden ist.

In dem Hohenofen auf der Saynerhütte bei Ehrenbreitstein, werden Braun- und Spatheisensteine bei Holzkohlen verschmolzen. Das Roheisen ist theils zum Verfrischen, theils für die Gießerei bestimmt. Der 34 Fuß hohe Ofen wird mit 2 Formen betrieben. Das Längenprofil durch beide Formen stellt die Zeichnung Fig. 609. dar. Die Weite des Gestelles beträgt am Boden 24 Zoll und oben 30 Zoll, bei einer Höhe von 5 Fuß, von welcher dem Untergestell (dem Raum vom Boden bis zur Formhöhe) 18 Zoll zukommen. Die 4 Fuß weite Gicht ist 24½ Fuß von dem 8½ Fuß weiten Kohlensack entfernt, so daß sich der Kohlensack in einer Höhe von 4½ Fuß

über dem Obergestell befindet. Der Kohlensack verengt sich in der senkrechten Höhe von $1\frac{3}{4}$ Fuß, von $8\frac{1}{2}$ bis zu einer Weite von $8\frac{1}{4}$ Fuß, worauf er durch gerade Linien mit der Gicht verbunden ist.

Zu Mariazell in Steyermark werden Braunerze und Spatheisenstein in Oefen mit offener Brust und hohen Obergestellen verschmolzen. Das Roheisen wird grau erblasen, und ist vorzugsweise für die Gießerei bestimmt. Den Längendurchschnitt durch die Form- und Windseite zeigt die Zeichnung Fig. 600. Der Ofen ist 28 Fuß hoch, bei einer Gestellhöhe von 5 Fuß. Der 5 Fuß weite Kohlensack befindet sich in einer Entfernung von 4 Fuß von dem oberen Rande des Obergestelles, und in einer Entfernung von 19 Fuß von der 30 Zoll weiten Gicht. Das Gestell ist unten am Boden 18 Zoll, oben 26 Zoll weit, und die Höhe des Untergestelles beträgt 17 Zoll.

Der Ofen zu Bergen in Baiern verschmelzt größtentheils Spatheisensteine (Sphärosiderite) aus der Juraformation. Er ist $32\frac{1}{2}$ Fuß hoch, mit 2 Formen versehen, und arbeitet mit geschlossener Brust (als Blauofen). Das Roheisen wird größtentheils grau erblasen, weil es zu Gußwaaren benutzt wird. Das Längenprofil durch beide Formen zeigt die Zeichnung Fig. 613. Das Gestell ist 7 Fuß hoch, unten 22 und oben 44 Zoll weit. Der $8\frac{1}{4}$ Fuß weite Kohlensack liegt $22\frac{1}{4}$ Fuß von der 45 Zoll weiten Gicht, und 3 Fuß von dem oberen Rande des sehr hohen Obergestelles entfernt. Er ist mit der Gicht, welche bis zu einer Tiefe von $4\frac{1}{2}$ Fuß cylindrisch niedergeht, durch gerade Linien verbunden.

In der Eiffel sind überall die viereckigen Schächte gebräuchlich, welche vom Kohlensack bis zur Gicht die Gestalt einer abgekürzten Pyramide erhalten. In der Zeichnung Fig. 595. ist die Gestalt des Ofens zu Eiserfey angegeben. Der Ofen welcher mit offener Brust arbeitet, hat eine Höhe von $19\frac{1}{4}$ Fuß. Die Gichtöffnung wird durch ein Rechteck gebildet,

dessen Seiten 3 Fuß hoch und 1 Fuß lang sind. Der 14 Fuß von der Gicht entfernte Kohlensack hat eine Weite von 4 Zoll 7 Zoll im Quadrat. Das $3\frac{1}{4}$ Fuß hohe Gestell ist unten am Boden 12 Zoll und oben 20 Zoll weit. Die Ränder des Obergestelles befinden sich in 2 Fuß senkrechter Entfernung vom Kohlensack. Das Untergestell ist nur 9 Zoll hoch, und die Form erhält zu gewissen Zeiten (bei der Läuterungsarbeit) eine starke Neigung in den Heerd.

Eine, wegen ihrer Eigenthümlichkeit, aber nicht wegen ihrer Vorzüglichkeit auffallende Construktion, haben die Schächte der (mit offener Brust arbeitenden) Oefen in der Grafschaft Sayn Altenkirchen. Der Schacht bildet im Querschnitt ein geschobenes Viereck (die sogenannte lange Ecke), und die Axenlinie des Gestelles fällt mit der des Schachtes nicht zusammen. Aus der Zeichnung Fig. 597. geht die wunderliche Gestalt der Schächte näher hervor. Sie stellt den Grünebacher Ofen im Amte Freusburg dar. Der Ofen ist $20\frac{3}{4}$ Fuß hoch. Die Gichtöffnung ist ein geschobenes Viereck, dessen Seiten 24 und 26 Zoll lang sind. Der Kohlensack welcher von der Form- bis zur Windseite des Ofens etwas gegen den Horizont geneigt ist, wird durch ein Viereck gebildet, dessen anliegenden Seiten eine Länge von 7 und von 8 Fuß haben. Der Schacht erhält also die Gestalt einer unregelmäßigen abgekürzten Pyramide, deren Grundfläche nicht in der Horizontalebene liegt. Das 4 Fuß hohe Gestell ist bis zur Formhöhe durch senkrechte Flächen begränzt, jedoch so, daß die Axe des Untergestelles der Form, in dem Verhältniß von 10 zu 4, näher liegt als die Axe des Schachtes. Das Obergestell neigt sich dagegen gegen die Axe des Schachtes, und ist durch eine gekrümmte Fläche mit dem Kohlensack verbunden.

Die Zeichnung Fig. 605. ist ein Längenprofil von dem Schacht des Ruprecht-Ofens zu Eisenerz in Steyermark, des ersten Ofens von größerer Höhe der in Steyermark einge-

führt ward. Das Profil ist durch die Seite der beiden einander entgegenstehenden Formen genommen. Der Ofen ist 29 Fuß hoch. Der $7\frac{1}{2}$ Fuß weite Kohlensack liegt 17 Fuß von der 24 Zoll weiten Gicht, und 12 Fuß vom Boden entfernt, und ist die gemeinschaftliche Grundfläche der beiden abgekürzten Kegel, welche den Schacht bilden. Der Ofen arbeitet mit geschlossener Brust. Das Untergestell hat am Bodenstein einen Durchmesser von 50 Zoll, und ist 18 Zoll hoch.

Ganz übereinstimmend mit dieser Construktion, nur mit anderen Dimensionen der Höhe und Weite des Schachtes, der Lage und Entfernung des Kohlensacks von der Gichtöffnung und vom Bodenstein, und abweichend in der Anzahl der Formen, sind die Schachtprofile:

Fig. 623. von dem Blauofen zu Treibach in Kärnthen, welcher mit drei (17, 18 und 19 Zoll vom Bodenstein entfernten) Formen betrieben wird.

Fig. 617. von dem Blauofen zu Neuberg in Steyermark, dessen zwei einander gegenüber stehende Formen 18 Zoll vom Boden entfernt sind.

Fig. 601. von dem Blauofen zu St. Salvator in Kärnthen, mit einem 12 Zoll hohen Untergestell.

Fig. 603. von den Blauöfen wie sie zu Vordernberg in Steyermark angewendet werden, mit einer Höhe des Obergestelles von 14 Zoll.

Fig. 604. und 607. von den Blauöfen bei Suhl und im Hennebergischen, von denen der eine (Steina Hammerhütte) schon mit einem niedrigen (10 Zoll hohen) Obergestell versehen ist. Ein noch höheres Obergestell zeigt das Profil:

Fig. 606., welches den Blauofen zu Jauerburg in Krayn darstellt.

Fig. 608. ist das Längenprofil des Ofenschachtes zu Flachau im Salzburgischen. Das 18 Zoll hohe Untergestell ist cylindrisch; ein Obergestell aber nicht vorhanden.

Fig. 594. ist der Längendurchschnitt des 26 Fuß hohen Blauofens zu Neuwerk im Hennebergischen mit einer Gestellhöhe von 6 Fuß. Das Untergestell hat eine Höhe von 1 Fuß 6 Zoll, und das Obergestell ist 4 Fuß 6 Zoll hoch. Die Weite des Gestelles beträgt sowohl unten am Boden als oben bei der Rast, 1 Fuß 4 Zoll. Der Ofen ist nur $5\frac{1}{2}$ Fuß in dem, 4 Fuß vom Gestell entfernten Kohlensack, weit. Die ganze Construktion ist sehr unlobenswerth.

Die nun folgenden Schachtdurchschnitte beziehen sich auf Oefen die mit Koaks betrieben werden, indem bei allen vorhergehenden Oefen Holzkohlen angewendet wurden. Bei der Anwendung der Koaks hat man von Oefen mit geschlossener Brust nur noch wenig Gebrauch gemacht, obgleich sie bei leichtflüssigen Beschickungen gewiß sehr zu empfehlen sind. Wegen der großen Windmasse, welche diese Oefen in der Regel erhalten, kann man ihnen größere Dimensionen zutheilen.

Der Ofen, dessen Schachtprofil die Zeichnung Fig. 622. darstellt, gehört zu einem von den Hohenöfen zu Dudley in Staffordshire. Er ist von der Gicht bis zum Boden 44 Fuß 8 Zoll rheinl. hoch, und im Kohlensack 14 Fuß 9 Zoll weit. Der Kohlensack liegt 15 Fuß 10 Zoll vom Bodenstein, und 28 Fuß 10 Zoll von der 3 Fuß $10\frac{2}{3}$ Zoll im Durchmesser weiten Gichtöffnung entfernt. Das Gestell hat eine Höhe von 5 Fuß 11 Zoll, bei einer Weite von 29 Zoll am Boden, und von 35 Zoll oben bei der Rast. Die beiden Formen liegen die eine 21, und die zweite, der ersteren gegenüberstehende, 22 Zoll vom Bodenstein entfernt.

Das Profil in der Zeichnung Fig. 612. stellt den Schacht eines anderen Ofens von Dudley vor, welcher mit 3 Formen betrieben wird. Dieser Ofen sowohl wie der vorige erzeugen Roheisen für die Frischöfen. Der Ofen ist 40 Fuß 9 Zoll rheinl. hoch, und 13 Fuß 7 Zoll im Kohlensack weit, welcher 14 Fuß 7 Zoll vom Bodenstein entfernt ist. Der Schacht-

durchschnitt vom Kohlensack bis zur 3 Fuß $4\frac{2}{3}$ Zoll weiten Gichtöffnung bildet keine gerade Linie wie bei dem vorigen Ofen, sondern eine Curve. Das Gestell ist ebenfalls 5 Fuß 11 Zoll hoch, aber unten und oben gleich weit (3 Fuß 5 Zoll). Die 3 Formen liegen 21, 22 nnd 23 Zoll vom Boden entfernt. Alle Oefen in Staffordshire und sehr viele Oefen in England und Schottland sind, außer mit der gewöhnlichen Gichtmauer, welche den Raum oben auf der Gicht des Ofens begränzt, und welche die Fortsetzung der äußersten Rauhmauer bildet, noch mit einem 11 bis 12 Fuß hohen essenartigen Gichtkranz versehen, welcher dieselbe Weite im Lichten hat, wie die Gichtöffnung. In diesem Gichtkranz befinden sich dann eben so viele zur Gicht des Schachtes führende Oeffnungen, als Punkte bestimmt sind, an welchen die Schmelzmaterialien in den Schacht gefüllt werden. Bei einer starken Produktion und bei einem schnellen Gichtengange muß nämlich das Eintragen der Kohle und der Beschickung an mehreren Punkten auf der Gicht geschehen.

Der Schachtdurchschnitt in der Zeichnung Fig. 618. gehört zu einem von den Hohenöfen von Dowles bei Merthyrtydwil. Dieser Ofen ist 46 Fuß $7\frac{1}{2}$ Zoll rheinl. hoch, und geht mit einer Weite von 16 Fuß $\frac{1}{2}$ Zoll, von der Gicht 34 Fuß tief ganz cylindrisch nieder. Dann verengt er sich in einer gekrümmten Fläche von 6 Fuß $3\frac{1}{2}$ Zoll senkrechter Höhe, um sich an dem oberen Rande des Obergestelles anzuschließen. Das Gestell ist 6 Fuß 4 Zoll hoch, unten am Bodenstein 32 Zoll, und oben bei der Rastfläche 48 Zoll weit. Der Ofen wird mit 2 Formen und mit offener Brust betrieben. Daß er auf Kohlenersparung nicht eingerichtet ist, geht aus der Construktion hervor.

In dem Schachtdurchschnitt Fig. 615. ist die neuere Construktion eines Hohenofens auf der Königshütte in Oberschlesien dargestellt. Die Gicht des 43 Fuß 11 Zoll hohen Schach-

tes ist durch gerade Linien mit dem 11 Fuß 2 Zoll weiten, und 28 Fuß 3 Zoll von der Gichtöffnung entfernten Kohlensack verbunden. Von den 3 Formen liegen zwei 24, und die dritte 25 Zoll vom Boden entfernt. Das Gestell hat zwar eine Höhe von 6 Fuß 2 Zoll, allein es erweitert sich, wie aus der Zeichnung hervorgeht, sehr schnell, und bildet eigentlich die Verlängerung der Rast, so daß ein eigentliches eng zusammengezogenes Obergestell nicht vorhanden ist. Der Ofen liefert Roheisen für die Frischhütten, wobei die Beschickung möglichst leichtflüssig eingerichtet wird.

Ziemlich übereinstimmend mit dieser Einrichtung, aber gänzlich ohne Obergestell, ist der Schacht construirt, dessen Profil die Zeichnung Fig. 614. darstellt. Er gehört zu einem Ofen bei Lowmoor in Yorkshire. Dieser Ofen arbeitet mit geschlossener Brust, ist also ein Blauofen, und wird nur mit einer einzigen (4 Zoll im Durchmesser weiten) Form bei einer Windpressung von 2 Pfunden auf den Quadratzoll betrieben. Diese Windführung ist gerade nicht zu loben. Der Ofen hat eine Höhe von 43 Fuß $8\frac{1}{2}$ Zoll. Die Gichtenöffnung ist 7 Fuß $3\frac{1}{2}$ Zoll weit. Der 12 Fuß $2\frac{4}{5}$ Zoll weite Kohlensack liegt 32 Fuß $\frac{1}{2}$ Zoll von der Gicht, und 11 Fuß 8 Zoll vom Boden entfernt. Die Form liegt 22 Zoll über dem Boden.

Eine davon verschiedene Construktion hat der Schacht eines Ofens von Dowles bei Merthyrtydwill, welchen die Zeichnung Fig. 610. darstellt, und welcher mit 3 Formen betrieben wird. Er ist 50 Fuß $6\frac{1}{4}$ Zoll rheinl. hoch, und hat ein 4 Fuß $10\frac{1}{4}$ Zoll hohes, ganz senkrecht in die Höhe geführtes Gestell. Die Formen liegen 21, 22 und 23 Zoll vom Boden, so daß die Höhe des Obergestelles nicht völlig 3 Fuß beträgt. Die Zustellung ist die mit offener Brust. Der Kohlensack beginnt in einer Entfernung von 23 Fuß 4 Zoll von der 11 Fuß 8 Zoll weiten Gichtöffnung, und behält seine Weite von $19\frac{1}{2}$ Fuß in einer senkrechten Höhe von 9 Fuß $8\frac{5}{2}$

Zoll bei, so daß der Schacht hier einen wirklichen Cylinder bildet. Dann zieht sich der Schacht, in einer Höhe von 17 Fuß $5\frac{3}{4}$ Zoll vom Boden, enger zusammen, und ist durch eine ganz geradelinigte Rast mit dem oberen Rande des Obergestelles in Verbindung gesetzt. Dieser Ofen erhält in der Minute etwa 3500 Kubikfuß Wind, und liefert wöchentlich 2000 Centner Roheisen.

Tiefer als bei den vorigen, liegt der Kohlensack bei einem Hohenofen zu Cyfarthfa, welchen die Fig. 616. darstellt. Er ist 48 Fuß 3 Zoll hoch, und wird ebenfalls mit 3 Formen betrieben. Die Gicht ist enger, 8 Fuß 3 Zoll weit, auch erweitert sich das 6 Fuß 4 Zoll hohe Gestell von 3 Fuß $10\frac{2}{3}$ Zoll am Boden bis zu 6 Fuß 4 Zoll, mit welcher Weite es an der gekrümmten ($6\frac{1}{3}$ Fuß senkrecht hohen) Rast anschließt, welche bei ihrer Vereinigung mit dem Schacht den 15 Fuß 6 Zoll weiten Kohlensack bildet.

Ein Ofen zu Pontypool in Wales, dessen Schacht die Zeichnung Fig. 619. im Längendurchschnitt zeigt, hat eine enge und sehr hohe Zustellung. Der 43 Fuß $6\frac{3}{4}$ Zoll hohe Schacht hat eine Gichtöffnung von 8 Fuß $8\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser, und einen 14 Fuß $6\frac{2}{3}$ Zoll weiten Kohlensack, der 27 Fuß 2 Zoll unter der Gicht liegt. Der Kohlensack ist durch eine geradelinigte Rast mit dem Obergestell verbunden. Dieses ist 7 Fuß 8 Zoll hoch, unten 2 Fuß $3\frac{1}{5}$ Zoll, und oben 3 Fuß $4\frac{3}{4}$ Zoll weit. Der Ofen wird mit offener Brust und mit 3 Formen betrieben, die 19, 20 und 21 Zoll vom Boden entfernt sind.

Den Schacht eines 60 Fuß hohen Ofens (mit einer wöchentlichen Produktion von etwa 600 Centnern) welcher zu Neath-Abbey in Glamorganshire, Roheisen für die Gießerei liefert, stellt die Zeichnung Fig. 620. im Längendurchschnitt dar. Die Gicht hat eine Weite von 4 Fuß $4\frac{1}{2}$ Zoll, und ist durch ganz gerade Linien mit dem 10 Fuß 8 Zoll weiten Kohlen-

sack in Verbindung gesetzt, welcher in einer Entfernung von 46½ Fuß von der Gicht, und in einer Entfernung von nur 13½ Fuß vom Boden angebracht ist. Der Ofen wird mit 3 Formen betrieben, welche in einer Höhe von 24 und 25 Zoll über dem Boden liegen. Das Gestell ist 6 Fuß 9 Zoll hoch, unten 3 Fuß 4¾ Zoll, und oben nur 3 Fuß 10⅔ Zoll weit. Mit dem Kohlensack ist das Obergestell durch eine ganz geradelinigte Rast von 6¾ Fuß senkrechter Höhe verbunden.

Von den Schottischen Oefen sollen beispielsweise zwei Schachtdurchschnitte von ein paar Oefen bei Glasgow mitgetheilt werden, von denen der eine Roheisen für die Frischhütten, und der andere Roheisen für die Gießerei liefert.

Den Schachtdurchschnitt von dem ersten Ofen stellt die Zeichnung Fig. 621. dar. Er ist 42 Fuß 1⅞ Zoll hoch. Die Gichtweite beträgt 9 Fuß 4 Zoll, indeß zieht sich die Gichtöffnung in einer senkrechten Höhe von 2 Fuß 3 Zoll erst bis zu einer Weite von 8 Fuß 4 Zoll zusammen. Dann erweitert sich der Schacht, bei 18 Fuß 11¾ Zoll über dem Boden, bis zu dem 14 Fuß 6⅔ Zoll weiten Kohlensack, der diese Weite in einer senkrechten Höhe von 4 Fuß beibehält. Eine ganz geradelinigte Rast von 7 Fuß 8 Zoll senkrechter Höhe, vereinigt den Kohlensack mit dem Obergestell. Das Gestell ist 7 Fuß 3¾ Zoll hoch, unten 2 Fuß 3⅕ Zoll, und oben 3 Fuß 4¾ Zoll weit. Die beiden Formen mit welchen der Ofen betrieben wird, liegen in einer Entfernung von 23 und 24 Zoll vom Boden.

Fig. 611. ist der Schachtdurchschnitt von dem zweiten, 38 Fuß 8½ Zoll hohen Ofen, welcher mit einem 7 Fuß 8 Zoll hohen Gestell versehen ist. Die Zustellung ist sehr enge, indem die Weite des Gestelles unten 23 Zoll, und oben bei der Rast nur 35 Zoll beträgt. Die beiden Formen liegen 22 und 23 Zoll vom Boden entfernt. Die Gicht hat eine Weite von 3 Fuß 10½ Zoll. Der Kohlensack ist 9 Fuß 8½ Zoll im

Durchmesser weit, liegt 24 Fuß $3\frac{1}{2}$ Zoll unter der Gichtöffnung, und 6 Fuß 9 Zoll über dem Obergestell. Ganz gerade Linien verbinden den Kohlensack mit der Gicht sowohl als mit den Rändern des Obergestelles.

Diese Beispiele werden genügen, um die großen Verschiedenheiten in der Gestalt der Ofenschächte zu zeigen.

Ueber den Betrieb der Oefen zum Schmelzen der Eisenerze. Nach erfolgter Zustellung muß der Ofen zuerst mit Sorgfalt abgewärmt werden. Es ist dabei eine große Vorsicht nothwendig, um die plötzliche Erhitzung des Schachtes und des Gestellraumes zu vermeiden, weil dadurch ein Springen und Aufreißen der Schachtmauerung und der Gestellmassen herbeigeführt werden würde. Oefen die mit hohen und engen Gestellen versehen sind, erfordern besonders eine sehr sorgsame Behandlung. Man überzieht die Gestellwände deshalb wohl mit einem leichtflüssigen Gemenge von fein gepulvertem Kalk, Hohenofenschlacke und Frischschlacke, woraus man mit Wasser einen dünnen Brei macht, und solchen mit einem Pinsel, etwa ein paar Linien stark, aufträgt. Das Gestell erhält dadurch beim Abwärmen einen glasartigen Ueberzug, wodurch die Steine (wenn diese angewendet werden) gegen das Zerspringen und Ablösen von Schaalen gesichert werden. Beim Abwärmen wird zuerst vor der Ofenbrust ein schwaches Feuer angemacht, und die erhitzte Luft durch den Ofenschacht, wie durch eine Esse, geleitet. Man rückt das Feuer immer mehr in das Gestell, vermindert dann aber den Luftzug, damit die Kohlen keine zu starke Gluth entwickeln, und schreitet zum Füllen des Ofens mit Kohlen, die von oben oder von der Gicht in den Schacht gestürzt werden. Gewöhnlich schüttet man, bei sehr schwachem Luftzuge, — weshalb auch die Gichtöffnung mit eisernen Platten zugedeckt wird, — jedesmal nur so viel Kohlen ein, daß sie eine 4 bis 6 Fuß hohe Schicht im Ofenschacht bilden, und wartet mit dem Nach-

schütten von frischen Kohlen so lange, bis die vorhergehende Schicht ganz durchgebrannt ist. Bei neu eingesetzten Schächten fährt man mit diesem Nachfüllen so lange fort, bis die Kohlen die Gichtöffnung erreicht habeu. Sollte bei neu eingesetzten Schächten zufällig viel Feuchtigkeit in den Ofen gekommen seyn, so muß die Füllung nicht bloß bis zur Gicht fortgesetzt, sondern der Zug von unten, durch die Vorwand und durch die für die Formen bestimmten Oeffnungen, auch wohl gänzlich gehemmt, die Gicht mit gegossenen Platten bedeckt werden, und der gefüllte Ofen mit den glühenden Kohlen 8 bis 14 Tage lang stehen bleiben, wobei man die wenigen verbrennenden Kohlen von Zeit zu Zeit durch neue ersetzt. Ein ganz neuer Ofen, der zum ersten mal in Betrieb gesetzt wird, erfordert immer eine solche sorgsame Behandlung. Wenn bloß eine neue Zustellung statt gefunden hat, und kein neuer Schacht eingesetzt worden ist; so pflegt man das Abwärmen nur so lange fortzusetzen, bis die Kohlen die Höhe des Kohlensacks erreicht haben. — Eine andere, weniger zu empfehlende Methode des Abwärmens besteht darin, daß man den Ofen bis zur Gicht, oder bis zu der Höhe, die man für nothwendig hält, mit kalten Kohlen anfüllt, und diese oben anzündet, so daß sich das Feuer herunterziehen muß. Es entsteht durch dies Verfahren der Nachtheil, daß die Feuchtigkeit mehr nach unten als nach oben entweichen muß.

Sobald die Füllung beendigt ist, wird etwas beschicktes Erz eingetragen, welches man niedergehen läßt, bis wieder eine neue Kohlengicht mit etwas Erz gegeben werden kann. War die Füllung mit Kohlen nicht bis zur Gicht fortgesetzt worden, so müssen die Kohlen- und Erzgichten allmälig so lange nachgetragen werden, bis sie die Höhe der Gichtöffnung erreichen. Die Beschickung zu diesen ersten Erzgichten muß möglichst leichtflüssig eingerichtet, und nur wenig Erz in steigendem Verhältniß angewendet werden, weil sich erst nach er-

folgtem Anblasen die Quantität Erz bestimmen läßt, welche eine Kohlengicht zu tragen vermag. Man pflegt auch wohl zu den ersten 4 bis 6 Gichten bloß Kalkstein, und noch kein Erz anzuwenden, um durch das Eintreten des Kalkes in den Gestellraum, eine Anzeige zu erhalten, das Untergestell vorne zu schließen, und die Vorkehrungen zum Anblasen zu treffen. Die Erzgichten welche auf diese Art ohne Gebläse niedergehen, nennt man stille Gichten, so wie die Kohlengichten ohne Erzsatz leere Gichten genannt werden. Zeigen sich die ersten Spuren des niedergehenden Kalksteins oder Erzes im Gestell, so wird der Boden gereinigt, der Wallstein vorgebracht, die Abstichöffnung mit schwerem Gestübbe geschlossen (bei den Oefen mit geschlossener Brust, oder bei den Blauöfen, wird der obere Theil der Abstichöffnung mit Thonsteinen geschlossen, so daß nur unten am Boden eine Oeffnung zum Ablassen des Eisens und der Schlacke bleibt, welche mit schwerem Gestübbe zugemacht wird), es werden die Formen eingesetzt, die Düsen vorgelegt, und es wird das Gebläse erst langsam angelassen, um bei dem schwachen Erzsatz keine zu große Hitze zu erzeugen, und die Gestellmasse nicht zu sehr anzugreifen. Erst wenn nach und nach schwerere Erzsätze niedergehen, verstärkt man das Gebläse, bis der Wind nach 3—6 Tagen die für das Brennmaterial erforderliche Geschwindigkeit erhalten hat. — Die Formen müssen (in sofern man nicht etwa zwei neben einander liegende Formen anwendet), nach dem Mittelpunkt, oder nach der Axenlinie des Gestelles gerichtet seyn, auch müssen sie eine ganz horizontale Lage erhalten, indem jede Abweichung von der Horizontale durchaus zwecklos ist.

Die Arbeiten bei den Schachtöfen mit offener und mit geschlossener Brust sind ziemlich übereinstimmend. Sie beschränken sich darauf, den auf der Gichtöffnung durch das Niedersinken der Schichten entstehenden Raum, immer wieder mit neuen Kohlen- und Erzgichten anzufüllen, und das Ge-

stell von den Schlackenansätzen rein zu halten. Bei der Blauofenzustellung geschieht das Reinigen des Untergestelles, oder des Heerdes, gewöhnlich beim Abstechen selbst, indem alsdann Roheisen und Schlacken gleichzeitig abgelassen werden. Weniger oft tritt der Fall ein, die über dem Roheisen im Gestellraum befindliche Schlacke, für sich allein abzulassen, wobei dann der Stich nicht unten am Boden, sondern in einer größeren Höhe geöffnet wird. Bei den Oefen mit offener Brust tritt die Schlacke unter dem Tümpel in den Vorheerd, und dient hier ebenfalls als eine Decke für das Roheisen. Die Schlacke wird dann entweder abgeworfen, oder man läßt sie von selbst über dem Wallstein abfließen. Im ersten Fall giebt man dem Wallstein gewöhnlich die Formhöhe, im letzten Fall theilt man ihm eine $1 - 1\frac{1}{2}$ Zoll geringere Höhe zu. Das freiwillige Abfließen der Schlacke über dem Wallstein ist am mehrsten anzurathen, weil dadurch ein geringerer Verlust an Eisen entsteht, welches in kleinen Körnchen mechanisch in der Schlacke hängen bleibt. Das Reinigen des Gestelles ist bei den Oefen die mit Holzkohlen betrieben werden, so wie überhaupt bei leichtflüssigen Beschickungen, keine schwere Arbeit. Aber bei den mit Koaks betriebenen Oefen wird das Reinigen der Gestelle, durch die Lösche der Kohlen, in dem Fall sehr erschwert, wenn man bei hohen und engen Zustellungen, absichtlich strengflüssige Beschickungen anwendet, um ein sehr hitziges, graues Roheisen für die Gußwaaren zu erhalten. Man ist dann genöthigt, regelmäßig von 6 zu 6 Stunden, zuweilen auch noch häufiger, das Gestell von den sich ansetzenden Schlackenmassen, die durch die fast unzerstörbare Koaklösche noch mehr zum Erstarren und Erhärten geneigt werden, vermittelst langer Brechstangen zu befreien, und besonders den hinteren Theil des Gestelles und die Ecken, von den Anwüchsen und zusammengesinterten Schlackenklumpen zu befreien. Bei leichtflüssigen Beschickungen, und bei einem guten Gange

des Ofens, sind die Reinigungsarbeiten sehr unbedeutend, und beschränken sich oft nur darauf, die schlackenartigen Anwüchse um die Formen, welche durch den kalten Windstrom veranlaßt werden, los zu stoßen.

Der erste Abstich nach erfolgtem Anblasen, findet, je nachdem das Untergestell mehr oder weniger räumlichen Inhalt hat, nach 1 bis 3 Tagen statt. Nicht selten pflegt das Roheisen, vorzüglich bei den mit Koaks genährten Oefen, obgleich es bei dem reichlichsten Verhältniß der Kohlen zum Erz erblasen ist, bei dem ersten und zweiten, und wenn der Ofen nicht gut abgewärmt ist, oder wenn er einen neuen Schacht erhalten hat, auch noch wohl bei den folgenden Abstichen, weißes Roheisen zu geben, welches indeß bei den Holzkohlenöfen so leicht nicht vorkommt, wenn das Abwärmen nur mit einiger Vorsicht geschehen ist. Die Ofenmauerung absorbirt nämlich in den ersten Tagen des Betriebes eine große Quantität Wärme, wovon auch sehr viel zur Verflüchtigung der Feuchtigkeiten, die durch das Abwärmen nicht vollständig entfernt werden können, verwendet werden muß, weshalb der Ofen den Grad der Hitze nicht erhalten kann, der zur Umwandelung des weißen Roheisens in graues nothwendig ist. Deshalb kann der Ofen auch oft erst nach mehreren Wochen zum vollen Satz gelangen, und man hat zu Anfange des Betriebes ganz vorzüglich dahin zu sehen, daß die Kohlengichten nicht mit Erz überladen werden, weil sonst ganz unvermeidlich Versetzungen eintreten, welche bei hohen Schächten sogar zu einer gänzlichen Erstickung und zum Erhärten der Schmelzmasse im Ofenschacht Anlaß geben, so daß der Betrieb gänzlich eingestellt werden muß. In den ersten 14 Tagen muß daher mit dem Erzsatz sehr vorsichtig und langsam gestiegen, und nur dann die Verstärkung des Erzsatzes vorgenommen werden, wenn alle Anzeigen auf einen sehr gaaren Gang deuten, bis man zuletzt zu dem stärksten Satz gelangt, den die Kohlen tragen können, und welchen man

beibehält, bis Umstände die Verminderung desselben nothwendig machen. Wenn die Schachtmauerung durch diese vorsichtige Behandlung des Ofens so stark erhitzt ist, daß sie nur noch wenig Wärme ableitet; so kann ein zufällig zu starker Erzsatz auf den Gang weniger nachtheilig wirken, weil die Mauerung einen Theil der Hitze wieder abgiebt, und gewissermaßen das Gleichgewicht wieder herstellt, wenn nur nicht zu viele scharfe, d. h. mit Erz übersetzte Gichten hinter einander folgen, wodurch freilich die Abkühlung zu groß werden würde. Wenn daher die Rauhmauer des Ofens sehr dick, und mit guten Füllungen und Abzüchten versehen ist, so erfordert sie zwar zuerst mehr Wärme, oder der Ofen kann später zum vollen Erzsatz gelangen; allein der Gang wird viel gleichartiger, und einzelne scharfe Gichten zeigen einen weniger nachtheiligen Einfluß, als bei dünnen Mauerungen. Diese große Vorsicht wendet man bei sehr niedrigen Schachtöfen nicht an, besonders wenn es die Absicht ist, übersetztes Roheisen, d. h. weißes Roheisen mit geringem Kohlegehalt zu erzeugen, welches immer nur bei einem zu reichlichen Verhältniß der Erze zu den Kohlen entstehen kann, aber auch zugleich nothwendig immer zu Erhärtungen und Versetzungen im Ofen Anlaß giebt, welche, bei sehr niedrigen Schächten und weiten Gestellräumen, zwar den Betrieb momentan unterbrechen, aber nicht leicht seine gänzliche Beendigung herbeiführen.

Beim Eintragen (Aufgeben) der Gichten ist es überall gebräuchlich, stets gleiche Quantitäten Holzkohlen oder Koaks zu einer Gicht beizubehalten, den Erzsatz aber schwerer oder leichter einzurichten, wie es die Umstände erfordern. Wenn sich die Beschaffenheit des Brennmaterials und der Erze nicht ändert, so sollte dasjenige Verhältniß des Erzes zu den Kohlen (derjenige Erzsatz), welches man nach dem Anblasen als das größte, oder als dasjenige aufgefunden hat, welches die Kohlen in einem völlig erwärmten Ofen zu tragen vermögen, um

Roheisen von einer gewissen Beschaffenheit zu liefern, beständig unabgeändert beibehalten werden können. Allein der sehr veränderliche Feuchtigkeitsgehalt der Kohlen, und selbst der Erze, besonders aber die nach und nach erfolgenden Erweiterungen des Schmelzraumes, schadhafte Stellen in den Schacht- und Rastmauerungen, der ungleiche Effekt der Gebläse bei verschiedenen Feuchtigkeitszuständen und Temperaturen der Atmosphäre, Nachlässigkeiten der Arbeiter und andere zufällige Umstände, machen es nicht selten nothwendig, den Erzsatz zu vermindern, um stets Roheisen von einerlei Beschaffenheit zu erzeugen, den Ofen in gleicher Hitze zu erhalten, und Versetzungen im Schmelz- und Schachtraum zu verhüten. Häufig sind die Umstände, welche eine Verminderung des Erzsatzes nöthig machen, nur vorübergehend, und dann läßt sich das Verhältniß des Erzes mit Vorsicht wieder erhöhen. Bei großen Oefen findet dies Fallen und Steigen des Erzsatzes sehr selten statt; kleinere Oefen sind den Veränderungen beim Erzsatz aber weit mehr ausgesetzt, weshalb auch das Roheisen in niedrigen Oefen ungleichartiger ausfällt. Die Kohlen müssen in einem möglichst trockenen Zustande angewendet werden. Die Koaks zieht man, wenn es irgend möglichst ist, kurz vor dem Aufgeben aus den Meilern. Die Brennmaterialien nach dem Gewicht aufzugeben, ist, wegen des veränderlichen Feuchtigkeitszustandes, nicht sehr zuverläßig. Fast ist es besser, zu jeder Gicht ein bestimmtes Maaß von Kohlen oder Koaks anzuwenden, obgleich größere Stücken die Räume weniger vollständig ausfüllen als kleinere, wodurch die Kohlengichten auch nicht einerlei Werth behalten. Bei größeren Oefen wendet man eiserne Fässer (Gichtfässer) an, welche aus starkem Eisenblech zusammengesetzt sind, und auf einem einfachen eisernen Gestelle stehen, welches auf vier niedrigen gegossenen eisernen Rädern läuft. Diese Fässer haben einen beweglichen, durch einen einfachen Mechanismus zum Oeffnen und Schließen eingerichte-

ten Boden, und werden auf eisernen Straßschienen, die über der Gichtöffnung des Ofens liegen, über die Gicht gefahren, um dort, durch Oeffnung des Bodens, ihres Inhalts entledigt zu werden. Ein solches Gichtfaß ist in den Zeichnungen Fig. 578. bis 581. dargestellt. Dies Gichtfaß ist zum Aufgeben der Erze bestimmt, und muß daher für die Kohlengichten höher gemacht werden. Der Mechanismus ist übrigens derselbe. Der Boden besteht aus zwei Klappen von starkem Eisenblech, die an den Seiten in Charnieren befestigt sind, und welche in der Mitte zusammen klappen. Der eiserne Keil oder Splint a verhindert das Aufsteigen des kurzen Hebelsarms b, oder das Niedergehen des langen Hebelsarms c, an welchem die beweglichen Bodenbleche d des Fasses, vermittelst der eisernen Stäbe e e befestigt sind. Ist das Gichtfaß mitten über der Gicht angelegt, so wird der eiserne Keil a weggeschlagen. Die in dem Gichtfaß befindliche Masse drückt dann durch ihr Gewicht die Bodenbleche d nieder, welche in der Mitte auseinander schlagen, so daß sich der Inhalt des Gichtfasses in dem Ofenschacht ausleert. Nach erfolgter Ausleerung werden die Bodenbleche, vermittelst einer eisernen Stange, die man durch die an dem Hebelsarm b angebrachten Oesen i i steckt, wieder in die Höhe gehoben, und es wird der eiserne Keil a wieder vorgesteckt, um die Fässer für die nächst folgende Gicht füllen zu können. — Bei der Anwendung von Holzkohlen, und überhaupt bei niedrigen Oefen, bedient man sich wohl nur der von Holzspänen geflochtenen Körbe (Schwingen), von denen man eine gewisse Anzahl zu einer Gicht bestimmt, und deren Inhalt man mit Händen über der Gicht ausschüttet. Das Volumen, oder die Menge von Kohlen, die man zu einer Gicht anwendet, ist vorzüglich von der Weite der Oefen abhängig. Sehr große Kohlengichten können nur den Nachtheil herbeiführen, daß der obere Theil des Schachtes, beim Niedersinken der Gichten, zu sehr abgekühlt wird, welches beim Verschmelzen

zinkischer Erze dadurch nachtheilig werden kann, daß das Ansetzen des Ofenbruchs durch die Abkühlung zu sehr befördert wird. Sehr kleine Gichten veranlassen aber das Durchdrücken oder Durchlaufen der Erzgichten, auch wird eine geringe Kohlenmasse durch die schweren Erzsätze leicht an die Seite gedrückt, wodurch ein ungleichartiger Gang des Ofens bewirkt wird, der bei strengflüssigen Beschickungen gefährlich werden kann. Je mehr sich die Kohlengicht von der Gichtöffnung bis zum Kohlensack ausbreiten soll, oder je weiter überhaupt der Ofen ist, desto größere Kohlengichten muß man anwenden. Leichte und leicht zerdrückbare Kohlen, so wie mulmige, dicht liegende Erze, erfordern ebenfalls größere Kohlengichten, als schwere, nicht leicht zerdrückbare Koaks und sperrig liegende Erze. Bei 30 bis 40 Fuß hohen und 5 bis 8 Fuß im Kohlensack weiten Holzkohlenöfen, pflegt man Kohlengichten von 20 bis 30 rheinl. Kubikfußen anzuwenden. Bei weiteren Oefen sind Kohlengichten von 40 bis 80 Kubikfuß nicht zu groß. Bei der Anwendung von Koaks werden, bei 40 Fuß hohen und 10 bis 12 Fuß im Kohlensack weiten Schächten, Koakgichten von 20 bis 30 Kubikfußen räumlichem Inhalt genügen. Höheren und weiteren Oefen können Koaksgichten von 40 bis 60 Kubikfußen Inhalt zugetheilt werden. — Nur bei sehr leichtflüssigen Beschickungen sind kleine Kohlengichten anzurathen.

Unmittelbar nachdem die Kohlengicht eingetragen ist, wird auch die Erzgicht aufgegeben. Dies geschieht (bei kleinen Oefen) entweder mit Schaufeln oder mit hölzernen Trögen (Kästchen), oder auch (bei größeren Oefen) mit Laufkarren, welche ein bestimmtes Maaß oder Gewicht halten, so daß zu jeder Gicht eine bestimmte Anzahl von Schaufeln oder Trögen angewendet wird. Besser ist es, die für jede Gicht abgewogene Quantität Erz in ein eisernes Gichtfaß zu bringen, und dieses über der Gicht auszuleeren. Das Aufgeben der Erzsätze nach dem

Volum ist sehr verwerflich, theils weil die Schaufeln und Tröge niemals eine ganz gleiche Quantität Erz enthalten, theils weil der Feuchtigkeitszustand des Erzes dabei nicht berücksichtigt wird. Je kleiner die Gefäße sind, je mehr davon also zu einer Gicht angewendet werden, desto mehr häuft sich die aus dem Aufgeben nach dem Volum entspringende Mangelhaftigkeit. Wo die Vorrichtungen nicht so getroffen sind, die zu jeder Gicht genau abgewogene Quantität Erz und Zuschläge in ein Gichtfaß zu schütten, und den ganzen Satz mit einemmale aufzugeben, müssen wenigstens die Gefäße, in welche der Erzsatz gebracht wird, genau abgewogen, und der jedesmalige Einsatz alsdann in die Gefäße hinein gewogen werden. An manchen Orten, wo das Aufgeben mit Karren verrichtet wird, hat man die zweckmäßige Einrichtung getroffen, die tarirte und mit Erz angefüllte Karre, vor dem Aufgeben mit einer Schnellwaage abzuwiegen, und nach dem Ergebniß des Abwiegens mehr Erz hinzuzufügen, oder so viel davon wegzunehmen, als zufällig zu viel in die Karre geschüttet worden ist. — Bei dem Aufgeben der Gichten ist außerdem noch dahin zu sehen, daß der Ofen stets gefüllt gehalten wird, und daß man die Schichten nicht tiefer nieder gehen läßt, als der zu einer Kohlen- und Erzgicht erforderliche Raum beträgt.

Die Anzahl der Gichten, welche in einer bestimmten Zeit durchgesetzt (niedergeschmolzen) wird, ist von der Quantität des Windes abhängig, welche der Ofen erhält. Aber auch bei einem gleich bleibenden Effekt des Gebläses, gehen bei einem recht hitzigen Gange mehr Gichten nieder, als bei einem abgekühlten Ofen. Deshalb ist der Gichtengang in den ersten Wochen des Betriebes geringer als in der Folge. Nasse Kohlen und nasse Erze verzögern den Gichtenwechsel aus einleuchtenden Gründen. Eine zu große Anhäufung der Schlacke im Heerde vermindert den Gichtenwechsel ebenfalls, wahrscheinlich weil der Wind zu viel Widerstand findet, und zu sehr zerschla-

gen, d. h. der Hauptwindstrom zu sehr gebrochen wird. Dies ist aber vorzüglich dann der Fall, wenn die Schlacke bei einem sehr hitzigen und gaaren Gange an Flüssigkeit verliert, und zähe wird. Eine große Windmasse die der Ofen erhält, trägt nicht allein zu einem rascheren Gichtenwechsel, sondern auch zu einer ungleich vortheilhafteren Benutzung der Kohlen bei, indem die Kohlengichten stärkere Erzsätze tragen, als bei einer geringeren Windmenge, und bei derselben Art des darzustellenden Roheisens. Besonders vortheilhaft für die Kohlenbenutzung ist aber die möglichste Vertheilung des Windstroms im Schmelzraum, und daher die Anwendung von 3 Formen, welche den Wind zu beiden Seiten der Ofenbrust, und derselben gegenüber, in den Schmelzraum leiten.

Abgesehen von ganz zufälligen Umständen, durch welche, bei einer und derselben Windmasse und Windführung, bei einer und derselben Construktion des Schachtes und des Gestelles, so wie bei gleich bleibendem Verhältniß der Erzsätze zu den Kohlengichten, die Temperatur im Ofen zuweilen etwas erhöhet oder vermindert werden kann; hängt die Beschaffenheit des darzustellenden Roheisens ganz allein von dem Verhältniß des Erzsatzes zur Kohlengicht ab, weil durch dieses Verhältniß die Temperatur bestimmt wird. Man pflegt den Schmelzgang, bei welchem, durch einen sehr reichlichen Erzsatz, folglich durch eine nicht vollständige Reduction des Erzes, weißes Roheisen mit einem geringeren Kohlegehalt entsteht, einen scharfen, oder einen rohen, auch wohl einen übersetzten Gang zu nennen. Einen gaaren Gang nennt man überhaupt denjenigen, bei welchem eine ganz vollständige Reduction des Erzes statt findet. Es giebt davon indeß mehrere Abstufungen, die theils von der Temperatur im Ofen überhaupt, theils von der gewählten Zustellungsart abhängig sind. Der gaare Gang, bei welchem das Spiegeleisen entsteht, und bei welchem sich, bei einer nicht ganz leichtflüssigen Beschickung, so wie bei einem engen Schmelz-

raum, sehr leicht das graue Roheisen mit einem großen Graphitgehalt bildet, ist wesentlich von demjenigen verschieden, der durch strengflüssige Beschickungen und durch hohe und enge Gestelle veranlaßt wird. Nur im letzten Fall entsteht das dunkelgraue, fast schwarzgraue Roheisen, welches unter allen grauen Roheisenarten am wenigsten Graphit enthält, und dabei sehr strengflüssig ist. Nur in niedrigen Oefen, bei leichtflüssigen Beschickungen und bei weiten Schmelzräumen, kann man es wagen, den Erzsatz so stark zu führen, daß das sogenannte grelle oder übersetzte, d. h. das weiße Roheisen mit geringem Kohlegehalt entsteht. Bei hohen Oefen und engen Schmelzräumen würde ein solcher Gang, wenn er anhaltend statt finden sollte, Versetzungen im Schacht, und zunächst über dem Schmelzraum veranlassen, welche die Einstellung des Betriebes zur Folge haben könnten. Bei hohen Oefen, besonders auch bei gleichzeitig statt findenden engen Zustellungen, muß das Verhältniß des Erzes zu den Kohlen immer so gewählt werden, daß wenigstens weißes gaares Roheisen entsteht. Ist es aber die Absicht, graues Roheisen, selbst dasjenige mit großem Kohlegehalt, darzustellen; so muß der Erzsatz immer so eingerichtet seyn, daß die Kohlen eher noch einen etwas stärkeren Erzsatz vertragen können, damit der Ofen durch zufällige Umstände, durch nasse Erze, durch schwache Kohlen, durch Nachlässigkeiten beim Aufgeben, durch viele Lösche welche die Koaks geben könnten, durch Herabfallen von Schacht- und Raststeinen ins Gestell u. s. f. nicht sogleich aus der Hitze kommt. Noch weniger darf ein Mißverhältniß der Erzgichten zu den Kohlengichten eintreten, wenn graues Roheisen mit geringem Kohlegehalt, bei strengflüssigen Beschickungen und alsdann immer nothwendigen engen und hohen Gestellen, dargestellt werden soll. Ein Ofen, der durch einen vorhergegangenen scharfen Gang sehr abgekühlt ist, giebt nicht sogleich graues Roheisen, wenn auch die gaarste Schlacke, d. h. die vollständige

Reduction des Erzes, durch die niedergegangenen leichteren Erzsätze sich eingestellt hat, sondern es vergehen oft noch einige Tage, ehe das Eisen wieder vollkommen grau wird. Umgekehrt kann aber ein hoher Ofen, wenn er sich vorher in starker Hitze befand, noch mehrere Stunden lang graues Roheisen bei einer ganz rohen Schlacke liefern. Auch dann, wenn der Boden des Gestelles sehr abgekühlt ist, kann durch Mangel an Hitze weißes Roheisen bei einem sehr gaaren Gange entstehen.

Bei dem gaaren Gange des Ofens, d. h. bei der vollständigen Reduction des Erzes, entsteht entweder weißes Roheisen mit Spiegelflächen, oder graues Roheisen; das letztere in dem Fall, wenn das mit Kohle gesättigte weiße Roheisen einer hinreichend hohen Temperatur ausgesetzt wird. Beide Roheisenarten können aber nur bei leichtflüssigen Beschickungen gebildet werden, denn das graue Roheisen von strengflüssigen Beschickungen enthält, durch die Einwirkung auf die steife Schlackenmasse, schon ungleich weniger Kohle. Es giebt aber noch ein anderes weißes Roheisen, welches ebenfalls bei einem sehr gaaren Gange, d. h. bei einem reichlichen Verhältniß der Kohlen zum Erz, gebildet wird, welches eine dichte und körnige Textur, und eine schmutzig weiße, zuweilen sogar aschgraue Farbe besitzt, und fast alles metallischen Glanzes entbehrt. Dies weiße Roheisen von gaarem Gange — welches ein Polykarburet des Eisens zu enthalten scheint, — entsteht immer nur bei Mangel an Hitze im Schacht. Es ist fester, oder vielmehr weniger spröde, als alles andere weiße Roheisen, kann nur bei einem sehr gaaren, aber dabei kalten Gange des Ofens gebildet werden, und entsteht auch dann nur bei den mit Koaks genährten Oefen, bei strengflüssigen Beschikkungen. Bei niedrigen Oefen und bei Holzkohlenöfen pflegt es nicht vorzukommen. Dies weiße Roheisen vom gaaren Gange ist immer mit Silicium außerordentlich überladen. Es

hat eine theilweise Entkohlung erlitten, obgleich es mit Kohle überall umgeben war. Das vollständig reducirte Eisen wirkte nämlich mit seinem Kohlegehalt auf die zähe, nicht geschmolzene Schlackenmasse, und es fehlte an Hitze, um die Umänderung in graues Roheisen zu bewirken. Daher zeigt es auch ganz die Eigenschaften und das Verhalten des gewöhnlichen weißen Roheisens, welches lange mit Erden in der Glühhitze behandelt wird, nur daß es sich von diesem durch den großen Siliciumgehalt unterscheidet. Alle Verminderung des Erzsatzes ist dabei in der Regel ohne Erfolg. Nur eine veränderte, leichtflüssigere Beschickung, und eine vermehrte Windmasse, die dem Ofen zugeführt wird, sind die Mittel, die Entstehung dieses, fast zu jedem Zweck unbrauchbaren Roheisens, zu verhindern. Die Entstehungsart des weißen körnigen Roheisens vom gaaren Gange, ist daher durchaus verschieden von derjenigen des weißen Roheisens vom übersetzten Gange. Beide Eisenarten können zufällig gleiche Quantitäten Kohle enthalten, aber das weiße Roheisen vom übersetzten Gange ist ungleich reiner, und enthält die Kohle wahrscheinlich in einem anderen Verbindungszustande. Das weiße Roheisen vom übersetzten Gange hat noch gar nicht die zur Sättigung erforderliche Quantität Kohle aufgenommen, wie es bei dem weißen körnigen Roheisen vom gaaren Gange der Fall war; allein dies letztere blieb noch längere Zeit in starker, jedoch zur Scheidung von der Schlacke nicht zureichender Hitze, und war dabei mit der gaaren und von Eisenoxydul ganz freien Schlacke in Berührung, welches eine theilweise Entkohlung und die Aufnahme von Silicium und Mangan zur Folge hatte. Koaks mit großem Aschegehalt und mit viel beigemengter Lösche (Faserkohle), bewirken leicht die Entstehung dieses Eisens, vorzüglich im Sommer und bei schwachen Gebläsen. Bei etwas zunehmender Hitze wird das Eisen wirklich grau, hat aber zuerst ein schuppiges Gefüge und einen sehr matten Glanz.

Obgleich durch das Verhältniß des Erzsatzes zur Kohlengicht, die Temperatur im Ofen, und dadurch dann wieder die Beschaffenheit des Roheisens bestimmt wird, welches man darzustellen die Absicht hat, — und obgleich es daher, wenigstens bis zu einem gewissen Grade, möglich ist, jede Art des Roheisens (weißes, halbirtes, graues) aus dem zu verschmelzenden Erz darzustellen, indem man nur das Verhältniß des Erzsatzes zur Kohlengicht so einrichten darf, wie es zur Hervorbringung der Temperatur nöthig ist, in welcher die verschiedenen Eisenarten gebildet werden; — so kann jenes Verhältniß des Erzsatzes zu den Kohlen doch nur für eine bestimmte Beschaffenheit der Beschickung, die erwartete Wirkung hervorbringen. Aendert man, selbst bei gleich bleibendem Eisengehalt, die Beschickung; so wird sie entweder leichtflüssiger oder strengflüssiger werden als vorher, und es werden dann ganz andere Verhältnisse des Erzsatzes zur Kohlengicht eintreten müssen, um dieselbe Roheisenart darzustellen. Es ist auch schon früher erwähnt worden, daß es bei sehr leichtflüssigen und dabei schwer reducirbaren Erzen, kaum möglich ist, weißes Roheisen mit Spiegelflächen und graues Roheisen darzustellen. Eben so wird, bei sehr strengflüssigen Beschickungen, zwar die Erzeugung des weißen Roheisens vom übersetzten Gange, mit großer Gefahr für den Ofen, aber nicht die Darstellung des weißen Spiegeleisens geschehen können, und die des grauen Roheisens wird alsdann nur bei engen und hohen Zustellungen, und bei einer außerordentlich unvortheilhaften Benutzung der Kohlen, möglich seyn. Daraus ergiebt sich der Einfluß der zu leichtflüssigen und der zu strengflüssigen Beschickungen auf die Art des darzustellenden Roheisens, und besonders auf die mehr oder minder vortheilhafte Benutzung der Kohlen. Eine gute und gehörig leichtflüssige Beschickung gestattet, zum Vortheil des Kohlenverbrauchs, die Anwendung höherer und engerer Gestelle, ohne die Entstehung eines zu sehr entkohlten, streng-

flüssigen grauen Roheisens befürchten zu dürfen, weil das bei dem gaaren Gange sich bildende Spiegeleisen durch die flüssige Schlacke nicht so lange in der concentrirten Hitze zurück gehalten wird, und weil überhaupt nur eine schwache Einwirkung des Kohleeisens auf eine tropfbar flüssige gaare Hohenofenschlacke statt findet. Strengflüssige Beschickungen lassen sich, ohne große Gefahr, bei weiten Zustellungen gar nicht verschmelzen; aber die engen und hohen Zustellungen geben bei strengflüssigen Beschickungen immer zu der Bildung des grauen Roheisens mit geringem Kohlegehalt Veranlassung, welches für den Verfrischungsprozeß wenig geeignet ist, weshalb die strengflüssigen Beschickungen schon deshalb vermieden werden müssen, wenn damit nicht auch zugleich die unvortheilhafteste Benutzung der Kohlen verbunden wäre. Nur dann wenn es die Absicht ist, strengflüssiges graues Roheisen für die Gießerei zu erzeugen, müssen strengflüssige Beschickungen, aber auch zugleich hohe Zustellungen, gewählt werden.

Diejenigen Hüttenwerke, welche sich in dem Fall befinden, durch eine angemessene Gattirung verschiedener Erze, zugleich eine günstige Beschickung zu erhalten, werden vortheilhafter arbeiten können, als diejenigen, welche ihren Erzen taube Zuschläge zutheilen müssen. Die Beschaffenheit der Zuschläge ist zwar von der Natur der Erze abhängig, aber das Verhältniß, welches zugleich das günstigste ist, läßt sich nur durch Versuche und Probeschmelzen ausmitteln. Es ist aber einleuchtend, daß dasjenige Verhältniß das vortheilhafteste seyn muß, bei welchem die Kohlen den höchsten Erzsatz bei einem vollkommen gaaren Gange des Ofens tragen können. Eine solche Beschickung wird zugleich diejenige seyn, welche sich in der Temperatur, in welcher die vollständige Reduction eines gegebenen Erzes erfolgt, am leichtflüssigsten verhält. Wäre sie es nicht, so würde es noch eine andere Beschickung geben müssen, welche ein noch größe-

res Verhältniß des Erzsatzes gegen den Kohlensatz gestattet, welches aller Erfahrung entgegen ist. Es muß jedoch wiederholt bemerkt werden, daß die aufgefundene Beschickung nur für den Gaargang des Ofens gelten kann, indem für jede geringere Temperatur, in welcher die Reduction des Erzes nicht vollständig erfolgt, allerdings eine noch leichtflüssigere Beschickung statt finden wird. Daraus ergiebt sich aber auch zugleich, daß die unter der vorigen Bedingung für ein gegebenes Eisenerz aufgefundene Beschickung, nur für einen bestimmten Ofen und bei einer bestimmten Windmenge gültig ist, und daß das Verhältniß des Zuschlags sich für andere Ofendimensionen, oder für andere Windquantitäten, ebenfalls ändern muß. Für ein bestimmtes Eisenerz, für einen bestimmten Ofen, und für eine bestimmte Windführung, hat man ein sehr gutes empirisches Mittel, diejenige Beschickung zu finden, bei welcher die Kohlen den stärksten Erzsatz, bei einem gaaren Gange des Ofens, zu tragen vermögen. Dies Mittel besteht darin, mit dem Zusatz des Zuschlags (in sofern das Maximum nicht schon erreicht ist), so lange zu steigen, als man den Erzsatz noch verstärken kann, ohne die Temperatur des Ofens unter derjenigen fallen zu lassen, in welcher noch vollkommen gaares Roheisen, d. h. ein in graues Roheisen übergehendes Spiegelroheisen erfolgt. Hat man das Maximum des Zuschlags, oder diejenige Beschickung, welche für jedes angegebene Erz bei einem Gaargange des Ofens die leichtflüssigste ist, durch einen Versuch im Großen ausgemittelt, so wird man den Erzsatz etwas vermindern können, wenn man die Darstellung eines zwar sehr grauen, aber für den Frischprozeß unter allen grauen Roheisenarten, die sich aus dem zu verschmelzenden Erz darstellen lassen, am mehrsten geeigneten Roheisens beabsichtigt. Soll aber graues Roheisen mit geringerem Kohlegehalt für die Gießerei bereitet werden, so muß das Verhältniß des Zuschlags vermindert oder auch vergrößert werden, um die Beschickung strengflüssiger ein-

zurichten. Bei dem Verschmelzen von Eisenerzen, welche immer eine und dieselbe Zusammensetzung behalten, hat man die Menge des Zuschlags durch vieljährige Erfahrungen ziemlich genau kennen gelernt. Dagegen würde man bei Erzen, deren Verhalten beim Verschmelzen im Großen noch unbekannt ist, das Verhältniß des Zuschlags durch Versuche ausmitteln müssen. Die sogenannten Beschickungsproben, oder die Tiegelproben, können auch dann, wenn man dabei, — wie sich von selbst versteht, — dieselben Zuschläge zu dem Erz anwendet, welche im Großen zu Gebot stehen, nur ein sehr unvollkommenes Anhalten gewähren, weil die Temperaturen sehr verschieden sind, und weil sich bei den Tiegelproben unter allen Umständen, sobald die Temperatur nur gehörig gesteigert wird, graues Roheisen darstellen läßt. Eben so wenig läßt sich aber auch aus der chemischen Zusammensetzung der Hohenofenschlakken, auf die Zweckmäßigkeit der gewählten Beschickung, irgend ein zuverläßiger Schluß machen, weil jede Veränderung in den Dimensionen des Ofens, und jede Veränderung in der Masse des Windes und in der Windführung, nothwendig eine andere Zusammensetzung der Schlacke erfordert, wenn Roheisen von einer bestimmten Beschaffenheit dargestellt werden soll. Dieselbe Schlacke, welche für einen bestimmten Ofen und bei einer bestimmten Windführung sehr zweckmäßig zusammengesetzt seyn kann, würde bei demselben Erz sehr unrichtig zusammengesetzt seyn, wenn sie bei einem anderen Ofen und bei anderen Windquantitäten erfolgte, indem die Beschaffenheit des Roheisens dann in beiden Fällen sehr verschieden seyn müßte. Die Resultate welche die chemischen Analysen der Hohenofenschlacken gewähren, können daher zur Beurtheilung der Zweckmäßigkeit der gewählten Beschickung durchaus nicht dienen, und am wenigsten wird die Lehre von den bestimmten Verhältnissen, auf die Hohenofenschlacken anwendbar seyn.

Daß man dem grauen Roheisen mit geringem Kohlege-

halt, welches bei strengflüssigen Beschickungen und in engen und hohen Gestellen bei einem großen Kohlenaufwand erblasen ist, vor dem grauen Roheisen mit großem Kohlegehalt aus leichtflüssigen Beschickungen, für die Gießereien den Vorzug giebt, rührt bekanntlich daher, weil jenes Roheisen sich beim plötzlichen Erkalten nicht leicht abschreckt. Wenn aber viele Erfahrungen, besonders beim Geschützguß, darzuthun scheinen, daß jenes strengflüssige graue Roheisen nicht zugleich das festere und haltbarere ist; so kann der Grund davon nur darin liegen, daß es zugleich das unreinere, und mit einem großen Siliciumgehalt beladene ist. Dieser Siliciumgehalt läßt sich auch durch das Umschmelzen nicht entfernen, und daher wird man genöthigt seyn, gaares Roheisen von leichtflüssigen Beschickungen, mit einem größeren Kohlegehalt, zu solchen Gußwaaren anzuwenden, die eine große Festigkeit erfordern. Hat man nicht Gelegenheit, den Kohlegehalt durch Umschmelzen dieses Roheisens in Flammenöfen zu vermindern, so scheint dasjenige gaare Roheisen von leichtflüssigen Beschickungen, welches noch nicht ganz grau geworden, sondern zu einem geringen Theil noch Spiegelroheisen geblieben ist, das festeste und haltbarste zu seyn. Es giebt indeß noch andere Mittel, den Kohlegehalt dieses gaaren Roheisens, im Gestell des Ofens, durch Zusätze von reinen Eisenoxyden, theilweise abzuscheiden, und dadurch der Bildung von vielem Graphit, welcher auf mechanische Weise die Haltbarkeit des Roheisens vermindert, entgegen zu wirken. Bei dieser Operation, welche auch durch ganz reine Eisenerze, und selbst durch Kalkstein bewirkt werden kann, und welche man das Füttern nennt, hat man sich indeß zu hüten, daß das Roheisen nicht zu matt wird, und daß es nicht in einem sehr ungleichartigen Zustande die Formen füllt.

Weil die strengflüssigen Beschickungen immer nur bei einem gaaren Gange des Ofens, und bei engen und hohen Zustellungen verschmolzen werden können, wenn man den Ofen

nicht durch Versetzungen in Gefahr bringen will; so wird man dieselben, weil sie zugleich eine sehr unvortheilhafte Benutzung des Brennmaterials veranlassen, nur dann anwenden, wenn graues Roheisen für die Gießereien erzeugt werden soll. Außerdem geht, bei strengflüssigen Beschickungen, der Gang des Ofens, bei einer zufällig eintretenden Temperaturveränderung, fast augenblicklich aus dem gaaren in den rohen über, wogegen er sich bei leichtflüssigen Beschickungen lange auf der Gränze von beiden erhalten kann. Dies ist aber ebenfalls ein sehr großer Vorzug der leichtflüssigen vor den strengflüssigen Beschickungen.

Man hält zwar gewöhnlich dafür, daß die Schlacken vom Verschmelzen der Eisenerze in Schachtöfen, sich in ihrer Zusammensetzung den Bisilikaten am mehrsten nähern; allein theils sind bis jetzt noch wenig zuverläßige Schlackenanalysen angestellt, theils ist man von den Umständen, unter welchen die analysirten Schlacken gebildet wurden, so wenig unterrichtet, daß die Analysen eigentlich durchaus ohne alles Interesse sind, weil sie nicht darüber Aufschluß geben können, ob die Schlacke von einer zweckmäßig gewählten Beschickung gefallen sind, indem fast bei einer jeden Beschickung gaares Roheisen erfolgen kann, wenn das Verhältniß des Erzsatzes zum Kohlensatz so eingerichtet wird, daß der Ofen die zur Bildung des gaaren Roheisens angemessene Temperatur erhält. Dergleichen Analysen können daher nur ein ganz lokales und specielles Interesse für ein bestimmtes Erz, für einen bestimmten Ofen, für eine bestimmte Windführung, und für eine bestimmte Roheisenart haben, die für den einzelnen Fall dargestellt werden soll. Uebrigens zeigen die Resultate von mehreren Schlackenanalysen, daß die Zusammensetzung der Schlacken von einer guten leichtflüssigen Beschickung, bei einem gaaren Ofengange, weit von der eines Bisilikats entfernt ist, obgleich in anderen Fällen eine dem Bisilikat sich nähernde Zusammensetzung aller-

dings statt finden kann. Nur alsdann können die Analysen von Hohenofenschlacken ein allgemeineres Interesse gewähren, wenn sie die Veränderungen zeigen, welche die Zusammensetzung der Schlacken, bei ganz unveränderter Beschickung, in demselben Ofen und bei derselben Windführung, durch eine Veränderung des Erzsatzes erleidet; oder wenn sie die veränderte Zusammensetzung darthun, bei gleich bleibendem Erzsatz, Schacht- und Gestell-Construktion, aber bei veränderter Beschickung, — also überhaupt die Veränderungen der Zusammensetzung, welche eine Folge, oder vielmehr der gleichzeitige Erfolg der veränderten Beschaffenheit des dargestellten Roheisens sind, sobald die Ursache dieser Veränderung bekannt ist.

Wenn so viele Gichten niedergegangen sind, daß sich das Untergestell mit flüssigem Roheisen angefüllt hat, und daß nur noch wenig Raum zwischen der Oberfläche des Roheisens und zwischen den Formöffnungen, für die Schlacke übrig bleibt, muß zum Abstechen geschritten werden. Bei den Oefen mit geschlossener Brust, deren Untergestell einen geringeren räumlichen Inhalt hat, sticht man zuweilen alle 2 bis 3 Stunden ab. Der Abstich wird so tief als möglich beim Bodenstein geöffnet, und nach dem erfolgten Ausfließen des Eisens und der Schlacke, wieder mit schwerem Gestübbe verschlossen. Die Formöffnungen entlassen beim Abstechen keinen Wind in den Schmelzraum, welches entweder durch Einstellung des Gebläses, oder dadurch bewirkt wird, daß man ein Blech vor die Düsenöffnungen stellt, gegen welches der Windstrom zurück prallt. Die auf dem Roheisen befindliche Schlacke wird durch Begießen mit Wasser zum Erstarren gebracht, mit eisernen Krücken vom Roheisen abgezogen, und wegen der beigemengten Roheisenkörner gewöhnlich ins Pochwerk gebracht. So ist in der Regel das Verfahren, wenn Roheisen von einem absichtlich gewählten scharfen, oder mit Erz übersetzten Gange, oder auch von einem Gange, bei welchem gaares weißes Roh-

eisen erfolgt, erblasen wird. Weil dies Eisen sehr schnell erstarrt, so wird es oft nicht in besondere Sandformen geleitet, sondern es breitet sich unmittelbar vor der Stichöffnung in der Gestalt unförmlicher, kuchenartiger Scheiben aus, weshalb es in einigen Gegenden auch Scheibeneisen genannt wird. Das Hartfloß (Spiegelroheisen, oder demselben sich näherndes Roheisen, also blumiges Floß) ist schon flüssiger, und läßt sich oft schon in Sandformen leiten, die zur Aufnahme desselben, vor dem Abstechen, angefertigt werden. Aber das Weichfloß (lukkige Flossen), welches bei einem sehr übersetzten Gange, aus sehr leichtflüssigen Beschickungen und bei weiten Zustellungen in sehr niedrigen Oefen absichtlich dargestellt wird, ist so strengflüssig, daß es oft schon breiartig wird, und sich mehr aus der Stichöffnung wälzt, als es eigentlich fließt. Es zeigt beim Austreten aus dem Ofen eine weiße Farbe, und wirft vor dem plötzlich eintretenden Erstarren viele Funken mit Geräusch um sich her. Auch das Hartfloß ist noch sehr dickflüssig, erstarrt bald, mit Funkensprühen und mit einer rauhen Oberfläche. Das Roheisen welches durch einen verminderten Erzsatz oder durch eine engere Zustellung, den Uebergang aus dem Spiegelroheisen in das graue Roheisen macht (das halbirte Roheisen), tritt mit einer röthlichen Farbe aus der Abstichöffnung, und erstarrt langsamer als das eigentliche Hartfloß, wobei die Oberfläche des erstarrten Roheisens ganz eben bleibt. Noch mehr roh gefärbt, aber wie mit einem dünnen Häutchen bedeckt, erscheint das graue Roheisen von leichtflüssigen und leicht reducirbaren Beschickungen. Es fließt hitzig und dünne, und erstarrt in den Sandformen zuweilen mit concaver Oberfläche, weil die Ränder früher erkalten als das Eisen in der Mitte der Formen. Es läßt sich sehr weit von der Abstichöffnung fortleiten, ist aber zum Weißwerden durch plötzliche Erstarrung sehr geneigt. Deshalb wird es auf einigen Hütten auch absichtlich in weißes (gaares) Roheisen umgeändert, entweder da-

durch, daß man es in Formen (aus Sand, oder besser aus Roheisen) leitet, und Wasser darüber gießt, oder durch besonders dazu eingerichtete Wasserleitungen schnell zum Erstarren bringt; oder dadurch, daß man es in eine Grube leitet, welche nahe bei der Abstichöffnung auf der Hüttensohle in Sand geformt ist, und die Oberfläche des von der Schlacke gereinigten Eisens mit Wasser begießt, wodurch es sich scheibenweise abheben läßt. Man nennt diese Arbeit das Blattlheben oder das Scheibenreißen. Das bei strengflüssigen Beschickungen und engen Zustellungen erblasene graue Roheisen, hat beim Fließen eine blendend weiße Farbe mit röthlichem Licht; auf der Oberfläche bewegen sich Sternchen oder Häutchen mit einer großen Geschwindigkeit, und diese Bewegung dauert bis zum gänzlichen Erstarren der Oberfläche fort. Das Eisen fließt sehr hitzig, aber sehr dünne, und füllt daher die Formen vollkommen aus. Durch plötzliches Erstarren wird es nur wenig verändert, weil es unter allen Roheisenarten diejenige ist, welche zwar am dünnsten fließt, aber den Uebergang aus dem flüssigen in den starren Zustand, und umgekehrt, ganz plötzlich bewirkt, ohne vorher in den breiartig erweichten Zustand überzugehen, welches eine Eigenschaft alles Roheisens ist, das in niedrigeren Temperaturgraden erblasen wird. — Bei den Oefen mit offener Brust, welche in dem geräumigeren Untergestell größere Quantitäten Eisen fassen können, pflegt der Abstich regelmäßig alle 12, 18 oder 24 Stunden statt zu finden. Vor und nach dem Abstechen wird die Reinigung des ganzen Untergestelles, besonders die des Vorheerdes vorgenommen. Die Stichöffnungen müssen mit großer Sorgfalt behandelt, und jedesmal nach dem Abstich von aller Schlackenmasse, vorzüglich aber auch von dem etwa zurück gebliebenen Eisen gereinigt werden. Unterbleibt diese Vorsicht, so kommt man oft in Gefahr, den Stich mit großer Anstrengung und Zeitverlust aufzuhauen. Aber das sorgfältige und feste Verschließen mit

schwerem Gestübbe ist ebenfalls nothwendig, damit der Stich durch den Druck des vorliegenden Eisens nicht ausreißt.

Die Vorzüge der hohen und weiten, vor den niedrigen und engen Schächten, — vorausgesetzt daß die Windquantitäten und die Windführung mit den Dimensionen der Schächte nicht im Mißverhältniß stehen, — sind durch alle Erfahrungen so erwiesen, daß darüber kein Zweifel mehr obwalten kann. Eben so gestatten auch die engeren und dabei nicht zu langsam sich erweiternden Zustellungen, eine ungleich vortheilhaftere Benutzung des Brennmaterials als die weiten Gestelle, weil die Hitze mehr concentrirt, und gleichmäßiger nach oben verbreitet wird. Je höher und weiter aber die Schächte, und je enger die Zustellungen sind, desto gefährlicher wird es für den Betrieb der Oefen, durch starke Erzsätze die Temperatur so zu erniedrigen, daß die Reduction des Erzes nur unvollständig bewirkt wird. Man ist daher genöthigt, bei hohen Oefen und engen Zustellungen den Gang stets so einzurichten, daß gaares Roheisen erhalten wird. Nur bei niedrigen Oefen und bei weiten Zustellungen ist es thunlich, mit einem großen Aufwand von Brennmaterial, weißes Roheisen von übersetztem Gange, ohne sehr bedeutende Störungen, darzustellen. Treten Versetzungen in einem hohen Grade ein, so hilft man sich leicht durch einige leichtere Erzgichten, durch leere Gichten, wohl sogar durch Aufbrechen der Vorwand, und durch Aushauen der angesetzten Massen. Solche Mittel lassen sich bei den hohen Oefen und bei engen Zustellungen nicht anwenden, und die Folgen eines übersetzten Ganges würden um so verderblicher seyn, je strengflüssiger und je leichter reducirbar dabei zugleich die Beschickung ist. Man hat verschiedene Kennzeichen, woran sich der Gang des Ofens beurtheilen läßt. Diese sind von der Flamme auf der Gicht, von dem Gichtengange selbst, — ob derselbe ruckweise, oder regelmäßig, oder, bei gleich bleibender Windführung, ungewöhnlich schneller oder

langsamer erfolgt, — besonders aber von der Beschaffenheit des Roheisens selbst, in Verbindung mit dem Verhalten der Schlacke, hergenommen. Sehr flüssige, aber schnell erstarrende Schlacken, die stark braun oder gar schwarz gefärbt sind, deuten immer auf einen rohen Gang, der gefährlich wird, wenn sich die Temperatur im Ofen nicht bald durch leichtere Erzsätze erhöhet. Ueberhaupt deuten schwarze und braune Farben der Schlacken immer auf einen übersetzten Gang, oder auf leichtflüssige und dabei schwer reducirbare Beschickungen. In beiden Fällen muß der Erzsatz vermindert, aber im letzten Fall zugleich die Beschickung strengflüssiger eingerichtet werden. Licht gefärbte Schlacken, ohne Beimischung von Braun und Schwarz, verbunden mit einer großen Flüssigkeit, zeigen leichtflüssige Beschickungen und einen Gaargang des Ofens an, bei welchem das neutrale Roheisen mit Spiegelflächen zu entstehen pflegt. Lichte Schlacken von teigartiger Consistenz, die nicht geneigt sind schnell zu erstarren, welche aber nach dem Erkalten eine glasartige Beschaffenheit haben, fallen bei einem solchen Gange des Ofens, der mit der Bildung von grauem Roheisen mit großem Kohlegehalt verbunden ist. Ein solcher Gang zeigt zugleich eine leichtflüssige Beschickung an. Lichte Schlacken von teigartiger Consistenz, die bald erhärten, und dabei eine emailleartige, oder gar eine steinartige Masse bilden, entstehen bei einem sehr gaaren Gange des Ofens, bei welchem Roheisen mit geringem Kohlegehalt aus strengflüssigen Beschickungen erfolgt. Dieser Gang kann, wenn die Schlacke noch mehr an Consistenz verliert, und beim Erkalten viele Höhlungen und Blasenräume bildet, sehr gefährlich werden, weil bei einer zufälligen geringen Abnahme der Temperatur im Ofen, keine reine Scheidung des Eisens von der Schlacke mehr statt finden kann. Die Beschickung muß schleunigst leichtflüssiger eingerichtet, der Erzsatz vermindert, und das Gestell fleißig gereinigt werden. Aber es gelingt dennoch nicht immer, den Ofen

bei einem solchen Gange im Betriebe zu erhalten, weil die Versetzungen im Gestell und über dem Schmelzraum, die Verbreitung der Hitze nach oben verhindern, so daß sich bald die Zeichen eines stark übersetzten Ganges einstellen, obgleich die Kohlen in einem reichlichen Verhältniß zum Erz vorhanden sind. Bei den leicht entzündlichen Holzkohlen tritt das Ersticken der Oefen durch einen großen Gaargang bei strengflüssigen Beschickungen nicht leicht ein, wohl aber bei der Anwendung von Koaks und von anthracitartigen Steinkohlen. — Licht gefärbte Schlacken von teigartiger Consistenz, die nach dem Erstarren glasig sind, und in der Mitte einen steinartigen Kern zeigen, deuten auf einen sehr guten und hitzigen Gaargang, bei welchem graues Roheisen mit geringem Kohlegehalt, aber aus strengflüssigen Beschickungen erfolgt. Bei diesem Gange muß indeß eine große Vorsicht angewendet, und bei dem geringsten Anlaß zu einer Temperaturverminderung im Ofen, die sich durch geringere Hitze des Roheisens und durch eine zunehmende steinartige Beschaffenheit der Schlacke zu erkennen giebt, von dem Erzsatz abgebrochen werden. Wenn die Schlacken sehr bunt sind, und nicht bloß in einer Farbe, sondern von einer Farbe in die andere nuanciren, so beweist dies einen nicht ganz regelmäßigen Gichtengang, oder eine nicht gleichartige Vermischung der Erze und der Zuschläge. Der Ofen kann sich dabei in einem guten Gange befinden, man muß aber genau auf die Beschickung, oder auf andere Erscheinungen achten, ob vielleicht Rast-, Schacht- oder Gestellsteinstücken in den Heerd kommen, und Versetzungen befürchten lassen, oder ob die Zuschläge zu wenig zerkleinert sind. Blau, Grün, Gelblich und Grau sind die Farben welche die Schlakken vom gaaren Gange, wenn sie nicht ganz ungefärbt sind, anzunehmen pflegen. Die mehr gesättigte oder die lichtere Färbung, richtet sich dann oft nur nach geringen Modifikationen des geringeren oder größeren Gaarganges. Alle diese Schlak-

ken, selbst wenn sie eine sehr gesättigte Färbung haben, blähen sich beim Begießen mit Wasser auf, und bilden eine weiße, bimsteinartige Masse, die beim Anhauchen knistert, und gewöhnlich einen Geruch nach Schwefelwasserstoff entwickelt. Schlacken von einem Rohgange, und selbst von einem sehr geringen Grade desselben, zeigen diese Erscheinungen nicht, und behalten auch ihre braune und schwarze Färbung. Obgleich alle Schlacken, die von strengflüssigen Beschickungen bei einem sehr gaaren Gange gefallen sind, nach dem Erstarren ein krystallinisches, oder vielmehr ein steinartiges Ansehen haben, so darf man doch nicht immer umgekehrt von dieser steinartigen Textur der Schlacken auf den Gaargang bei strengflüssigen Beschickungen schließen. Dieser Schluß ist nur dann richtig, wenn die Schlacken unmittelbar nach dem Abfließen und Erstarren, beim Vorheerde untersucht werden, nicht aber dann, wenn sie lange im erhitzten Zustande über einander gelegen, oder auf andere Weise lange die Einwirkung äußerer Hitze erlitten haben. Alle gaaren, glasartigen Schlacken, selbst wenn sie bei einer leichtflüssigen Beschickung entstanden sind, erhalten nämlich durch anhaltendes Glühen ein steinartiges Ansehen, und die vorher ganz ungefärbten, oder nur schwach tingirten Gläser, werden häufig dunkelblau, grün oder gelblich gefärbt.

In den mit Holzkohlen genährten Schachtöfen, welche sehr flache Rasten haben, und bei denen daher die Rastfläche selbst sehr wenig erhitzt wird, hat man zuweilen Absonderungen von Kochsalz und von Digestivsalz gefunden, indem sich die Dämpfe dieser Salze, aus der Asche der Kohlen, wahrscheinlich auf der kühlen Rastfläche verdichten, nnd nicht, wie bei den Oefen mit steilen Rasten, aus der Gicht fortgeführt werden. Ferner bilden sich in den Ecken der Gestellräume, oder in den Ritzen des Heerdbodens und der Wände des Schmelzraumes, zuweilen krystallinische Bildungen von eigen-

thümlicher Art. Bei den Koaksschmelzöfen ist die Entstehung von Schlackenklumpen nicht selten, indem die feine Koakslösche mit der Schlacke zusammen ballt. Bleiben diese Klumpen lange Zeit im Gestell liegen, ohne beim Reinigen der Heerde mit fortgeschafft zu werden, so dienen sie nicht selten als Ansammlungen für verschiedene Körper, die sich dort durch die Länge der Zeit reduciren, und zum Theil krystallinische Verbindungen bilden. An kühleren Stellen, in den Oeffnungen und Ritzen der Schmelzräume, bilden sich andere Verbindungen aus, welche, wenn sie dort keinen Schutz gefunden hätten, aus der Gicht oder aus dem Vorheerd entwichen seyn würden. Reine Kieselerde in asbestartiger Gestalt, regulinisches Titan, Schwefeleisen und Schwefelmangan in eigenthümlichen Zusammensetzungen, Mennige, Silikate von Bleioxyd, regulinisches Blei, krystallisirte Glätte u. s. f. werden auf diese Art an den Gestellwänden und in den Ritzen abgesetzt und gebildet.

Ist der Schmelzraum im Ofen so sehr erweitert, daß sich die verlangte Roheisenart nur mit einem großen Kohlenaufwande darstellen läßt, oder treten andere Umstände ein, die das Einstellen des Betriebes erfordern; so schreitet man zum Ausblasen des Ofens. Es wird dann das Setzen der Erzgichten eingestellt, und man giebt zuletzt noch 4 bis 6 leere Gichten, mit denen man die Schmelzsäule ganz niedergehen läßt, und das Gebläse in Stillstand setzt, sobald die leeren Gichten einrücken, damit der Ofen langsam erkalten kann. Je tiefer die Gichten niedergegangen sind, desto langsamer rücken sie ins Gestell, wahrscheinlich weil der Druck der Säule vermindert ist, und die Gebläseluft theilweise unzerlegt entweicht. Je vollkommener sich der Ofen in Hitze befunden hat, desto weniger mattes Eisen bleibt auf dem Boden des Gestelles zurück, welches eine mit dem Bodenstein zusammengewachsene, halb gefrischte Eisenmasse bildet. Nach dem Ausbrechen des Schmelzraums erfolgt eine neue Zustellung, und bei den mit

einer Rast versehenen Oefen muß gewöhnlich auch eine neue Rast gegeben, oder die alte gründlich ausgebessert werden. Ueberhaupt muß der an dem Gestell sich anschließende zusammengezogene Theil des Schachtes so weit weggebrochen, ausgebessert, und mit dem unversehrt gebliebenen Theil des Schachtes in Verbindung gesetzt werden, als er schadhaft geworden ist. Wie lange ein Ofen ununterbrochen im Betriebe seyn kann, oder die Dauer einer sogenannten Kampagne, ist unbestimmt, und richtet sich theils nach dem Gange des Ofens, theils nach der Feuerbeständigkeit der Materialien, aus denen die Schächte, Raste und Gestelle angefertigt sind. Am längsten halten die mit Holzkohlen betriebenen Oefen aus, in welchen leichtflüssige und leicht reducirbare Erze auf gaares weißes oder graues Roheisen verschmolzen werden. Ein oft eintretender, oder ein absichtlich gewählter Rohgang, greift die Schächte sehr an, so daß sie oft nur einige Monate aushalten, während die Oefen viele Jahre im Betrieb bleiben können, in denen leichtflüssige und leicht reducirbare Beschickungen bei ununterbrochenem Gaargange verschmolzen werden. Bei der Anwendung von Koaks leiden die Schächte immer mehr als bei Holzkohlen, vorzüglich aber bei strengflüssigen Beschickungen, bei welchen bekanntlich stets ein gaarer Gang statt finden muß.

Wenn ein Ofen wegen Mangel an Schmelzmaterialien, wegen Ausbesserungen beim Gebläse u. s. f. einige Zeit außer Betrieb gesetzt werden muß, ohne daß er niedergeblasen werden soll; so muß er gedämpft werden. Er wird dann überall dicht verschlossen, indem die Formen herausgenommen, und die Formöffnungen mit Lehm verklebt, die Vorwand und der Vorheerd fest zugemacht, und die Gicht bedeckt wird. Die durch das Zusammensinken der Schmelzmassen entstehenden leeren Räume auf der Gicht, werden von Zeit zu Zeit mit Kohlen nachgefüllt. Auf solche Art läßt sich der Ofen meh-

rere Tage, und bei einem recht sorgfältigen Verschließen, auch einige Wochen erhalten. — Erfordern es besondere Verhältnisse, einen im guten Betriebe befindlichen Ofen auf längere Zeit in Stillstand zu setzen, so kann das Dämpfen des Ofens auf die Art vortheilhaft bewirkt werden, daß man so viele leere Kohlengichten nachgiebt, bis der ganze Ofen mit Kohlen gefüllt ist. Dann stellt man das Gebläse ein, nimmt die Formen heraus, reinigt den Heerd von Eisen und Schlacke, und verschließt die Oeffnungen bei den Formen, bei der Vorwand und auf der Gicht. Von Zeit zu Zeit werden einige Kohlen auf der Gicht nachgefüllt, auch wird der Heerd zuweilen von der sich bildenden Schlacke gereinigt. Auf solche Art kann der Ofen Monate lang gedämpft stehen. Soll er wieder in Betrieb kommen, so setzt man das Erz wie zu Anfange der Kampagne, kann aber ungleich schneller mit dem Erzsatz steigen, und ist in wenigen Tagen im vollen Erzsatz. Es werden dabei die Zustellungskosten, viele Kohlen und Zeit gegen das Aus- und Wiederanblasen erspart.

Die Oefen bei denen die Schlacke nicht abfließt, sondern abgeworfen, oder auch mit dem Roheisen zugleich abgestochen wird, so wie auch diejenigen Oefen, bei denen das Eisen nicht abgestochen, sondern mit Kellen ausgeschöpft wird, um es in Formen zu gießen, geben eine sehr eisenreiche Schlacke, indem viele Eisenkörner mechanisch in der Schlacke zerstreut bleiben. Aber auch die Oefen, welche zum Abfließen der Schlacke und zum Abstechen des Roheisens eingerichtet sind, haben keine von mechanisch eingemengten Eisenkörnern ganz freie Schlacke, weil diejenige Schlacke, welche beim Reinigen des Heerdes aus dem Schmelzraum gebracht wird, mehr oder weniger Eisenkörner enthält. Diese Eisenkörner werden in den Schlackenpochwerken gewonnen, indem die Schlacke durch die Pochstempel zerstampft, und das leichtere Pochmehl von den schweren Eisenkörnern durch fließendes Wasser getrennt wird. Das auf diese

Art gewonnene Eisen nennt man in Deutschland Wascheisen. Die von selbst abfließende Schlacke ist von mechanisch eingemengten Eisenkörnern ganz rein, und bedarf des Pochens nicht.

Ueber den zur Erzeugung einer gewissen Quantität Roheisen erforderlichen Aufwand an Holzkohlen oder Koaks, läßt sich nichts Bestimmtes angeben. Dieser Aufwand ist abhängig, von der Größe und Construktion der Oefen, Schächte und Gestellräume, von der Quantität des Windes, von der Windführung, von der Reichhaltigkeit und Reducirbarkeit des Erzes, von der Leicht- und Strengflüssigkeit der Beschickung, von der Beschaffenheit der Kohlen, und von der Art des darzustellenden Roheisens. Unter gleichen Umständen erfordert das Roheisen in höheren und weiteren Oefen und bei engeren Zustellungen weniger Kohlen, als in niedrigen und engen Oefen und bei weiten Zustellungen. Eben so läßt sich aus leichtflüssigen und leicht reducirbaren Erzen, unter gleichen Umständen das Roheisen mit einem geringeren Kohlenverbrauch darstellen, als aus leichtflüssigen und schwer reducirbaren Beschickungen. Große Windmenge und vortheilhafte Windführungen durch mehrere Formen, vermindern den Kohlenaufwand sehr bedeutend. Eben so erfordert, unter gleichen Umständen, das weiße Roheisen von übersetztem Gange, einen größeren Kohlenaufwand als das weiße Spiegeleisen und als das graue Roheisen mit großem Kohlegehalt, bei leichtflüssigen Beschickungen. Selbst bei strengflüssigen Beschickungen ist der Kohlenverbrauch bei grauem Roheisen geringer als bei dem weißen Roheisen von übersetztem Gange. Bei leichtflüssigen Beschickungen ist der Kohlenverbrauch für das gaare weiße, oder für das demselben sehr nahe stehende blumige Roheisen, nicht größer als der für das graue Roheisen.

Bei einer so großen Verschiedenheit der Umstände, welche auf den Kohlenverbrauch für eine gewisse Quantität Roheisen

einen Einfluß zeigen, kann es nicht befremden, daß der Aufwand an Brennmaterial auf den verschiedenen Hüttenwerken, ungemein abweichend seyn muß. Es giebt Hüttenwerke, die mit 7 Kubikfuß rheinl. Holzkohlen, 100 Berliner Pfunde Roheisen erzeugen, während auf anderen Hütten der Kohlenverbrauch für dasselbe Roheisenquantum bis zu 25 Kubikfuß, und vielleicht noch höher steigt. Vergleichungen über den Kohlenverbrauch bei verschiedenen Oefen, die unter ganz abweichenden Verhältnissen betrieben werden, können nur dann einen Nutzen haben, wenn die Verschiedenheit der Umstände, welche den Kohlenverbrauch herbeiführen, genau erwogen werden. Sehr viel lehrreicher würde es dagegen seyn, von dem Kohlenverbrauch bei einem und demselben Ofen unterrichtet zu werden, wenn alle Verhältnisse, bis auf eine einzige Modifikation, sey es in der veränderten Beschickung, oder in den abgeänderten Schacht- und Gestell-Dimensionen, oder in der veränderten Windführung, oder in der Verschiedenheit des Erzsatzes u. s. f. dieselben bleiben. Es würde daher sehr überflüssig seyn, den auf verschiedenen Hüttenwerken statt findenden Kohlenverbrauch, der wenigstens zwischen den Gränzen von 7 und 25 zu suchen ist, hier aufzuführen, indem es genügen wird, so eben die Umstände angedeutet zu haben, welche auf den größeren und geringeren Kohlenverbrauch, bei gleich bleibenden Erzen und Kohlen, von Einfluß sind. — Bei der Anwendung von Koaks findet nicht minder eine große Verschiedenheit im Verbrauch statt, indem zu 100 Berliner Pfunden Roheisen bald 6 bald 9 Kubikfuß Koaks, und vielleicht noch mehr verwendet werden. Es erhellet übrigens aus diesen ganz allgemeinen Angaben, daß man den Betrieb derjenigen Oefen schon für vortheilhaft halten kann, bei welchen zu 1 Pfund Roheisen, nicht mehr als 1 Pfund Holzkohlen, oder als 2 Pfund Koaks verbraucht werden. Je schwerer entzündlich die Kohlen sind, desto geringer ist ihre Wirksamkeit, dem Gewicht

nach, im Vergleich mit den leichter entzündlichen Kohlen, wahrscheinlich nur aus dem Grunde, weil sie eine größere Vertheilung der Hauptwindströme im Schmelzraum verlangen, als man bis jetzt angewendet hat.

Von den Verfahrungsarten das graue Roheisen in weißes umzuändern.

Die Eigenschaft des weißen Roheisens, in der Schmelzhitze nicht plötzlich aus dem starren in den flüssigen Zustand überzugehen, sondern zuerst eine teigartige und erweichte Masse zu bilden, ist für den Frischprozeß von so großer Wichtigkeit, daß manche Verfahrungsarten beim Verfrischen darauf begründet sind. Graues Roheisen von demselben Kohlegehalt wie das weiße, zeigt fast plötzliche Uebergänge in der Schmelzhitze, und zwar um so plötzlichere, je geringer der Kohlegehalt ist. Graues Roheisen von strengflüssigen Beschickungen geht unmittelbar aus dem starren in den flüssigsten Zustand über; weniger plötzlich zwar, aber doch sehr schnell ist dieser Uebergang bei dem grauen Roheisen von großem Kohlegehalt aus leichtflüssigen Beschickungen. Ganz anders verhält sich das weiße Roheisen. Je mehr es mit Kohle gesättigt ist, desto schneller sind die Uebergänge aus dem starren in den tropfbar flüssigen Zustand; allein es finden doch immer noch Uebergänge statt, indem eine höhere Temperatur zur Schmelzung als zum Weichwerden erforderlich ist. Nimmt der Kohlegehalt ab, so entfernen sich die Grade der Temperatur, bei welchen ein Weichwerden und ein Flüssigwerden des weißen Eisens eintritt, immer weiter von einander. Kommt es also darauf an, das Roheisen in einem erweichten Zustande der Einwirkung der glühend heißen Luft auszusetzen, so läßt sich das graue Roheisen von leichtflüssigen Beschickungen sehr wenig, das von strengflüssigen Beschickungen aber gar nicht anwenden. Selbst das weiße Roheisen mit großem Kohlegehalt ist nur wenig geeignet, sich

in diesem Mittelzustande lange zu erhalten, weil es, bei dem nahen Zusammenfallen der Temperaturgrade, sehr schwierig ist, die Hitze so abzustimmen, daß das Roheisen nicht entweder wieder erstarrt, oder daß es schon in den tropfbar flüssigen Zustand übergeht. Immer wird aber das weiße Roheisen mit großem Kohlegehalt sehr viel mehr geeignet seyn, jenen Mittelzustand anzunehmen, als das graue Roheisen von gleichem Kohlegehalt. Am anwendbarsten wird aber das weiße Roheisen mit geringem Kohlegehalt seyn, welches sich lange vorher erweicht, ehe es schmelzt. Ist es einmal geschmolzen, so hängt es von dem Grade der Erhitzung und von den Umständen beim Erstarren ab, ob es wieder als weißes, oder als graues Roheisen erscheinen wird.

Die schon erörterten Verhältnisse beim Betriebe der Schmelzöfen lassen es, selbst bei leicht reducirbaren Erzen und bei leichtflüssigen Beschickungen, nur selten zu, den Gang des Ofens so einzurichten, daß Roheisen mit geringem Kohlegehalt erzeugt wird. In der Regel wird man gaares Roheisen erblasen müssen, welches sich nicht für alle Verfrischungsmethoden eignet. Man hat daher verschiedene Verfahrungsarten, um das graue Roheisen in weißes umzuändern. Einige von diesen Methoden sind von der Art, daß dabei zugleich der Kohlegehalt des Roheisens vermindert wird, und dann erfüllen sie ihren Zweck am vollkommensten. Bei anderen Methoden wird der Kohlegehalt des weißen Roheisens zwar nicht vermindert, wenn aber die Umänderung des grauen in weißes Roheisen erst einmal erfolgt ist, so läßt sich dem weißen Roheisen ein Theil seines Kohlegehaltes durch Cementiren mit Luft entziehen, welches nicht ausführbar ist, so lange sich das Roheisen noch in dem Zustande des grauen Roheisens befindet. In manchen Fällen kann man es aber auch schon für einen Vortheil ansehen, wenn man, bei ganz gleich bleibendem Kohlegehalt, das graue Roheisen in weißes umgeändert hat, obgleich dieser Vortheil um so weni-

ger wichtig wird, je reicher an Kohle das graue Roheisen gewesen ist.

Die bis jetzt bekannten Methoden, das graue Roheisen durch das sogenannte Weißmachen (oder Verfeinern, Feineisenmachen, in solchen Fällen, wenn mit dem Weißmachen zugleich eine Verminderung des Kohlegehaltes verbunden ist), in weißes umzuändern, und dadurch zum Verfrischen vorzubereiten, sind folgende:

1) Das Ablöschen des aus dem Schmelzofen rinnenden Roheisens mit Wasser. Dies Verfahren ist nur bei Roheisen von leichtflüssigen Beschickungen anwendbar, indem das aus strengflüssigen Beschickungen erblasene graue Roheisen, durch das plötzliche Abkühlen mit Wasser wenig verändert wird. Das Roheisen behält bei dieser Umänderung übrigens alles Silicium und alle Kohle, die es im grauen Zustande enthielt.

2) Das Granuliren. Wegen der größeren mechanischen Vertheilung des noch ganz flüssigen Roheisens, erfolgt die Umänderung in weißes Roheisen vollständiger, als wenn es im halb erstarrten Zustande erst mit Wasser begossen wird. Deshalb wird das graue Roheisen mit geringem Kohlegehalt durch Granuliren schon weiß, wenn es durch das bloße Begießen mit Wasser, noch grau bleibt. Man bediente sich früher dieses Verfahrens zum Weißmachen des Roheisens, welches in Flammenöfen verfrischt werden sollte, und nannte das granulirte Eisen: Wassereisen (water iron). Die chemische Zusammensetzung des Roheisens wird durch das Granuliren eben so wenig wie durch das Ablöschen verändert, sondern nur der Verbindungszustand.

3) Das Scheibenreißen oder das Blattlheben unmittelbar beim Schmelzofen. Es ist davon schon vorhin geredet. Der Erfolg ist ganz derselbe wie bei den Methoden 1 und 2.

In einigen Gegenden begnügt man sich nicht damit, das graue Roheisen durch Ablöschen mit Wasser weiß zu machen,

sondern man sucht auch den Kohlegehalt des erhaltenen weißen Roheisens, durch das Cementiren mit atmosphärischer Luft zu vermindern. Das weiß gemachte Roheisen, welches diesem Prozeß unterworfen werden soll, wird am zweckmäßigsten in der Gestalt von Scheiben angewendet, weil es der Luft dann die größte Oberfläche darbietet. Man nennt ein solches Cementiren des weiß gemachten Roheisens mit Luft, das Braten. Die Operation wird entweder in Bratöfen oder auf Bratheerden verrichtet. Die Bratöfen sind gemauerte, backofenartige Gewölbe, welche unten auf der Sohle mit einigen Zuglöchern, und oben mit einer Oeffnung zur Ableitung des Rauchs und der Dämpfe versehen sind. Die Zuglöcher werden indeß nur wenig geöffnet, weil man ein starkes Glühen vermeidet, theils um das Zusammensintern der Scheiben zu verhüten, theils weil überhaupt ein starker Luftzutritt verhindert werden muß, damit nicht zu viel Eisen oxydirt wird. Auf der Sohle des Bratofens wird zuerst eine Schicht von Kohlenlösche ausgebreitet, der man die Höhe von etwa 6 Zoll giebt. Die Größe der Bratöfen selbst ist sehr willkührlich, und richtet sich nach der Menge des in einer gewissen Zeit zu verarbeitenden Roheisens. Kleinere Bratöfen sind etwa 6 Fuß lang und breit, und vom Mittelpunkt des Gewölbes bis zur Sohle eben so hoch. Man giebt den Oefen lieber eine viereckige als eine runde Gestalt, weil die eckigen Oefen ein flacheres Gewölbe zulassen, und leichter besetzt werden können. Die Scheiben werden, mit ihrer hohen Kante, auf der Schicht von Kohlenlösche dergestalt neben einander gestellt, daß sie sich nicht unmittelbar berühren, welches man durch eine Ausfüllung von Kohlenlösche zu verhindern sucht. In den Oefen von der angegebenen Dimension werden drei Reihen Scheiben auf solche Art neben einander gestellt, und bilden die erste Schicht, welche wieder 6 Zoll hoch mit Kohlenlösche bedeckt wird, worauf man zum Aufstellen einer zweiten, ebenfalls aus drei Rei-

hen bestehenden Schicht schreitet, welche wieder einige Zoll hoch mit Kohlenlösche bedeckt wird. Nach Umständen kann noch eine dritte Schicht von Scheiben aufgestellt werden. Zum Eintragen derselben ist die vordere Wand des Ofens mit einer Oeffnung versehen, welche nach beendigtem Einsetzen zugemauert wird. Die unterste Schicht von Kohlenlösche wird durch die Zugöffnungen angezündet, zu welchem Zweck man mehrere Kanäle, mit groben Kohlen ausgesetzt, unter der Lösche durchgehen läßt.

Statt der Bratöfen bedient man sich auf den mehrsten Eisenhütten in Steiermark, Kärnthen und Krain, wo man das Braten anwendet, der Bratheerde. Diese unterscheiden sich von den gewöhnlichen Frischheerden nur dadurch, daß sie keine tiefe Heerdgrube, sondern einen langen, bald gemauerten, bald aus losen Steinen und Schlackenstücken zusammengesetzten Kanal haben, welcher, seiner ganzen Länge nach, von dem Winde aus der Form bestrichen wird. Dieser, 6 und mehrere Fuß lange, und etwa 8 Zoll tiefe Kanal, wird, um das Feuer anzufachen, mit Kohlen beschüttet, auf welche platte Roheisenstükken gelegt werden, welche aber noch Zwischenräume zwischen sich lassen. Auf diese Roheisenstücken stellt man dann die zu bratenden Flossen oder Blattln, mit ihrer hohen Kante, von der Form bis zur entgegengesetzten Seite derselben, also längs dem ganzen Heerde, dergestalt auf, daß sie die breiten Flächen nicht der Vorderseite, sondern der Formseite des Heerdes zukehren. Zwischen den Scheiben, die sich ebenfalls nicht berühren dürfen, wird Kohlenlösche geschüttet, und die ganze Schicht alsdann mit Kohlen bedeckt. Um diese zusammen zu halten, wird die ganze Masse zuweilen mit Vorhangblechen an den beiden langen Seiten des Heerdes geschlossen. Sehr oft fehlen aber diese Vorhangbleche, und man läßt die Masse entweder ganz frei, oder umstellt sie mit angefeuchteten Brettern und Kohlenstaub, und nimmt die Bretter demnächst wieder

weg, wenn die Hitze zu groß zu werden anfängt, so daß sie durch das Besprengen mit Wasser nicht länger gegen das Verbrennen geschützt bleiben können. Ein solcher Bratheerd hat ganz das Ansehen eines Saigerheerdes. Zu einer Bratarbeit werden 20, 30 bis 40 Centner Flossen genommen, je nachdem der Heerd kürzer oder länger ist. Sobald die zu bratende Masse aufgeschichtet, mit Kohlen bedeckt ist u. s. f. werden die in dem Kanal befindlichen Kohlen angezündet, und das Gebläse wird sehr langsam in Thätigkeit gesetzt. Die Hitze darf die Rothglühhitze niemals bedeutend übersteigen. Die Zeit des Bratens dauert 12 bis 15 Stunden.

Durch das Braten wird zwar der Kohlegehalt des Roheisens bedeutend vermindert, allein der Siliciumgehalt des Roheisens läßt sich dadurch nicht abscheiden, weshalb man von der durch Ablöschen mit Wasser bewirkten Umänderung des unmittelbar von den Schmelzöfen erhaltenen grauen Roheisens in weißes, und von dem Braten des letzteren, nur dann Gebrauch machen kann, wenn die Beschaffenheit der Erze und die statt gefundene leichtflüssige Beschickung, die Ueberzeugung gewähren, daß das Roheisen nur wenig Silicium aufgenommen hat, weil sonst mürbes Stabeisen erzeugt werden würde.

4) Das Umschmelzen des grauen Roheisens in einem besonderen Schmelzheerde bei Holzkohlen, so daß es mehr grau bleibt als weiß wird, und das Reißen des eingeschmolzenen Roheisens in Scheiben unmittelbar aus dem Heerde. Man nennt das Umschmelzen selbst das H a r t z e r r e n n e n, und den Schmelzheerd: H a r t z e r r e n n h e e r d, die ganze Operation aber das Scheibenreißen, oder das Blattlheben am Zerrennheerd. Die Zerrennheerde sind aus eisernen Platten zusammengesetzt, und haben gewöhnlich einen steinernen, oder gemauerten, aber doch mit Kohlenlösche bedeckten Boden. Der Form giebt man eine so starke Neigung, daß der Windstrom aus der Form fast die Mitte der Löschgrube auf dem Boden trifft. Ihre Entfer-

nung vom tiefsten Punkt der Grube beträgt 9 Zoll. Die Arbeit des Hartzerrennens geht Tag und Nacht fort, und es werden in 24 Stunden einige 30 Centner Roheisen eingeschmolzen, und zu Scheiben gerissen. Zuschläge werden beim Einschmelzen nicht angewendet, weil es nicht die Absicht ist, dem Eisen Kohle zu entziehen, sondern nur dasselbe umzuschmelzen. Das Roheisen ist daher immer mit Kohle bedeckt, und man schmelzt es mit scharfem Winde schnell nieder, damit es hitzig in den Heerd kommt. Ist der Heerd voll Eisen, so wird mit dem Blasen sogleich eingehalten, es werden die Kohlen abgeräumt, die Oberfläche des Eisens wird von aller Schlacke sorgfältig gereinigt, das flüssige Roheisen durch Begießen mit Wasser auf der Oberfläche zum Erstarren gebracht, und die sich bildenden festen Scheiben werden mit einer Brechstange und einer Ofengabel in derselben Art abgehoben, wie die Scheiben unmittelbar beim Schmelzofen gerissen werden. Schlacken werden bei dieser Schmelzarbeit nicht abgelassen, weil dabei nicht mehr Schlacke entsteht, als diejenige, welche nach erfolgtem Einschmelzen, beim Abräumen und Reinigen der Oberfläche des geschmolzenen Eisens, mit der Schaufel abgehoben, und aus dem Heerde geworfen wird. Die wenige Schlacke dient als Decke für das eingeschmolzene Eisen, zum Schutz gegen den Windstrom. Die abgehobenen Scheiben werden alsdann dem Prozeß des Bratens, oder Glühens, in derselben Art wie die unmittelbar vom Schmelzofen abgehobenen Scheiben, oder auch wie das unmittelbar vom Schmelzofen erfolgende weiße Roheisen (Hartfloß oder Scheibeneisen) unterworfen.

Im Erfolge ist dies Verfahren wesentlich von dem der Methoden 1—3 verschieden. Das Umschmelzen des Roheisens, nämlich das Niederschmelzen vor der Form, hat weniger den Zweck, den Kohlegehalt des Eisens zu vermindern, als das Mangan und Silicium zum großen Theil abzuscheiden, so daß

das im Heerde niedergeschmolzene Roheisen, welches durch plötzliches Abkühlen in weißes Roheisen umgeändert, und in einzelnen Scheiben aus dem Heerde gehoben wird, wirklich ein sehr viel reineres Eisen ist, als dasjenige, welches unmittelbar vom Schmelzofen erfolgt. Es befindet sich nach dem Scheibenreißen fast in demselben Zustande, in welchen die deutsche Frischschmiede das graue Roheisen durch das Einschmelzen vor dem Rohaufbrechen versetzt, nur daß es reicher an Kohle geblieben, aber ärmer an Silicium geworden ist. Der Kohlegehalt wird demnächst durch das Braten vermindert. Diese Methode würde sich durch die Güte des Produktes, welches sie liefert, zwar empfehlen, allein sie erfordert einen großen Aufwand an Kohlen, und ist daher nur in Gegenden anwendbar, die sich Holzkohlen zu geringen Preisen verschaffen können.

5) Das Umschmelzen des Roheisens in besonderen Schmelzheerden bei Holzkohlen, mit einem Zusatz von gaarenden Zuschlägen, zu einer an Kohle ärmeren Roheisenmasse, welche nach dem Erstarren aus dem Heerde gebrochen (zuweilen noch im weißglühenden Zustande) zerschlagen, und dann zur Frischarbeit abgegeben wird. Das Umschmelzen heißt ebenfalls das Hartzerrennen, und die durch die Schmelzarbeit erhaltene Roheisenmasse wird H a s e (Kartitsch, Kortitsch) genannt. Es finden bei dieser Arbeit einige Modifikationen statt, indem man an einigen Orten die von dem Schmelzofen abgelieferten Flossen (in sofern sie Hartfloß, d. h. weißes Roheisen sind), v o r h e r bratet, ehe man sie im Hartzerrennheerde umschmelzt, wogegen man sie an anderen Orten (besonders da, wo graues Roheisen erblasen wird), im ungebratenen Zustande im Hartzerrennheerde einschmelzt. Niemals wird aber das ungeschmolzene Roheisen, oder der Hase, gebraten, sondern jederzeit im ungebratenen Zustande, und zu solchen Stücken zerschlagen, daß er sich zwischen großen Zangen einspannen läßt, zum Verfrischen abgegeben. Die Hartzerrennarbeit, bei welcher Scheiben

gerissen werden (4), kann nur graues oder allenfalls halbirtes Roheisen anwenden, weil das weiße einen sehr hohen Hitzgrad erfordern würde, um sich nach erfolgtem Einschmelzen in Scheiben reißen zu lassen. Bei der Kartitscharbeit läßt sich aber auch weißes (blumiges oder spiegliges) Roheisen einschmelzen, welches man durch Anwendung von gaarenden Zuschlägen noch mehr zu entkohlen sucht. Bedient sich die Kartitscharbeit des grauen Roheisens, so wendet sie verhältnißmäßig mehr gaarende Zuschläge an, als beim Umschmelzen des weißen Roheisens. Die Feuergrube des Hartzerrennheerdes ist in der Regel ausgemauert und mit Kohlenlösche ausgestampft; nur die Form ruht auf einer eisernen Platte, welche den Heerd an der Formseite begränzt. Die Zeichnung Fig. 575. zeigt im Durchschnitt durch die Form, und im Grundriß, ein Hartzerrennfeuer, wie es zu Mariazell in Steyermark zur Kartitscharbeit angewendet wird. Der Heerd ist oben mit einem Kranz von Mauersteinen umfaßt, um die Kohlen und die Hitze mehr zusammen zu halten. a sind Abzugkanäle unter der Ziegelmauerung. Die Oeffnung zum Ablassen der Schlacke, welche durch die vordere Mauer des Heerdes geführt ist, und welche mit Kohlenlösche verschlossen gehalten wird, ist durch punktirte Linien angedeutet. Der Heerd steht unter einer ganz einfachen offenen Esse, welche vorne offen ist, und durch eine eiserne Tragplatte, oder auch nur durch ein Gewölbe getragen wird. Die Form hat nur eine geringe Neigung in den Heerd. Die Arbeit selbst ist sehr einfach, indem das Roheisen theils auf den Heerd gesetzt, theils in großen Zangen gepackt, bei einem schnellen Wechsel des Gebläses eingeschmolzen wird. Man schmelzt jedesmal 3 bis 4 Centner Roheisen ein, und richtet sich mit dem Zusatz der Gaarschlacke nach der Beschaffenheit des Roheisens. Durch das Umschmelzen, in Verbindung mit den gaarenden Zuschlägen, wird das Roheisen etwa in den Zustand der luckigen Flossen versetzt. Nach erfolgtem Einschmelzen läßt

man den Hasen etwa eine halbe Stunde im Feuer stehen, ehe er ausgebrochen und zerschlagen wird.

Dies Verfahren erfordert, wenn gutes Stabeisen bereitet werden soll, ein sehr gutartiges, bei leichtflüssigen Beschickungen erblasenes Roheisen, weil sonst das Silicium durch die Frischschlacke nicht gehörig abgeschieden wird. Uebrigens ist diese Arbeit mit einem großen Kohlenaufwand verbunden, der bei der gewöhnlichen deutschen Frischmethode, — welche ganz dasselbe Verfahren anwendet, nur daß die Vorbereitung des Roheisens in einem und demselben Heerde wie die Frischarbeit, und unmittelbar vor derselben statt findet, — ansehnlich geringer ist.

6) Das Vorbereiten, oder das Weißmachen des grau erblasenen Roheisens, unmittelbar im Untergestell des Schmelzofens, durch Einwirkung des oxydirten Eisens, oder der reinen Eisenerze, auf die im Gestell befindliche flüssige Roheisenmasse. Dies Verfahren nennt man das Füttern des Ofens. Es wird indeß weniger dazu angewendet, das graue Roheisen gänzlich in weißes zu verwandeln, als dazu, einen Theil der Kohle abzusondern, und ein Gemenge von grauem und weißem Roheisen mit geringerem Kohlegehalt zu erhalten, welches sich zu Gußwaaren besser als das graue Roheisen eignet. Die Beschaffenheit des Roheisens im Gestell nach dem Durchrühren mit Eisenerzen, hängt lediglich davon ab, wie oft das Futtern wiederholt wird. Das graue Roheisen läßt sich dadurch in ganz luckiges weißes Roheisen umändern, und nähert sich zuletzt dem gefrischten Zustande so sehr, daß es nicht mehr hinreichende Flüssigkeit zum Abstechen behält. Es ist einleuchtend, daß dies Verfahren des Weißmachens, als Vorbereitung für den Frischprozeß, nur bei einem leichtflüssigen und wenig Silicium enthaltenden Roheisen anwendbar ist, weil sich durch das Füttern (Durchrühren des flüssigen Roheisens im Gestell mit oxydirtem Eisen) zwar der Kohlegehalt vermindert, das

Roheisen folglich sehr gaarschmelzend wird, aber eine Abscheidung des Silicium und des Mangan nicht erfolgen kann. Diese Methode würde also nur auf die Fälle beschränkt seyn, in denen auch das Scheibenreißen unmittelbar beim Schmelzofen zuläßig ist, nur daß das Scheibeneisen die ganze Quantität Kohle behält, welche sich in dem grauen Roheisen befand, wogegen das durch das Füttern erhaltene weiße Eisen einen großen Theil des Kohlegehaltes verloren hat. Von dem lukkigen Floß unterscheidet es sich dagegen durch den größeren Gehalt an Silicium, welcher bei der Frischarbeit um so unvollkommener abgeschieden werden kann, je mehr sich der Kohlegehalt vermindert hat, und je mehr das Eisen daher zum Gaargange geneigt ist.

7) Das Vorbereiten, oder das Weißmachen des grau erblasenen Roheisens, unmittelbar im Untergestell des Schmelzofens, durch einen auf die Oberfläche desselben geleiteten Windstrom des Gebläses.

Ein Verfahren dieser Art ist vorzüglich in der Eiffel gebräuchlich, und dort unter dem Namen des Läuterns oder des Destillirens des Roheisens bekannt. Sobald das Gestell bis auf 2 Zoll unter der Form mit Roheisen angefüllt ist, wird, unmittelbar über der Formöffnung, eine künstliche Nase, entweder durch einen Lehmklumpen, oder durch weiche und gaare, bald erstarrende Hohenofenschlacke, gegen 2 Zoll lang gebildet, und dadurch der volle Windstrom des Gebläses auf die Oberfläche des flüssigen Eisens geleitet, zugleich aber die Schlacke im Gestell möglichst rein abgezogen. Durch das Einschieben eines vorher schon in Bereitschaft gehaltenen erkalteten Schlackenkuchens zwischen dem Tümpel und dem Wallstein, sucht man zu verhüten, daß bei dem Aufschlagen des Windstroms auf die Oberfläche des Eisens, von letzterem nichts über den Wallstein geworfen werde. Der Wind wird zugleich durch einen lebhafteren Gang des Gebläses verstärkt, wodurch

das flüssige Eisen in einer wallenden Bewegung erhalten, und die zurückgebliebene oder die nachschmelzende Schlacke von der Form weg, und nach dem Tümpel getrieben wird. Die Flamme auf der Gicht behält während dieser Arbeit zwar ihre Farbe unverändert, aber sie nimmt beträchtlich an Intensität ab. Ein roher Gang tritt dabei nicht ein, sondern die Schmelzmasse über dem Gestell zeigt demnächst beim Eintreten in den Schmelzraum ganz ihr voriges Verhalten. Das Niedergehen der Gichten wird durch diese Arbeit nicht unterbrochen, sondern nur vermindert, indem sie während der ganzen Zeit des Läuterns langsam in das Gestell einrücken. Man kann für diese Verzögerung gegen den gewöhnlichen Gichtengang, das Verhältniß von 3 zu 5 annehmen. Die Schlacke welche sich während der Läuterungsarbeit nach und nach im Gestell neu erzeugt, aber fortwährend weich und breiartig bleibt, wird mehrere male abgezogen, aber so, daß man den Vorheerd am Tümpel stets geschlossen zu halten sucht. Später wird die Schlacke so dünnflüssig, daß sie unter der, durch Erstarren der Oberfläche im Vorheerde sich bildenden dünnen Schlackenrinde, von selbst über den Wallstein hinweg läuft. Man läßt diese rindenartige Decke als Schutz gegen die Abkühlung des Vorheerdes gerne stehen, und hebt sie nur dann ab, wenn sie zu hart und zu dick geworden ist. Nach dem Abwerfen bildet sich aber sogleich wieder eine neue Decke. Die erkaltete Schlacke ist poröse, leicht, und hat das Ansehen einer rohen Frischschlacke, mit welcher sie noch mehr Aehnlichkeit haben würde, wenn nicht die stets nachschmelzende Hohenofenschlacke ihre Beschaffenheit änderte. Das flüssige Roheisen im Gestell ändert allmälig seine Farbe, und wird immer heller, statt daß es vorher eine rothe Farbe im Gestell zeigte. Theils das Hervortreten dieser lichten Farbe, theils und vorzüglich das Sprühen von feinen Funken aus dem Gestell in die Form, sind die Kennzeichen, daß der Läuterungsprozeß sein Ende erreicht hat. Früher darf man nicht

zum Abstechen schreiten, aber auch nicht länger damit warten, weil das Eisen sonst zu matt wird. Die Dauer des Läuterungsprozesses ist verschieden, je nachdem das Gestell noch enge ist, oder sich schon mehr erweitert hat. Bei engen Gestellen, die auch weniger Roheisen enthalten, kann man eine Stunde, bei schon erweiterten Gestellen aber wohl 3 bis 4 Stunden rechnen. Das Eisen wird auf einem Heerde abgelassen, welcher aus kleinen Schlackenstücken, mit etwas Sand vermengt, und sehr angefeuchtet, geschlagen wird. Reinen angefeuchteten Sand wendet man deshalb nicht an, weil das Weißeisen sehr leicht zerspringt, und dann zufällig Beschädigungen veranlassen könnte. Beim Abstechen zeigt sich ein sehr lebhaftes Sprühen von weißen und hellblauen Funken. Das geläuterte Eisen ist silberweiß, und in der Regel luckig, mit ebener Bruchfläche. Ungeläutert, wie es zu Gußwaaren verwendet wird, hat es alle Eigenschaften des grauen Roheisens. Nach beendigtem Abstich wird, ohne eben mit besonderer Sorgfalt auf das Ausräumen des Gestelles zu sehen, nur der Vorheerd von der angesetzten Schlackenkruste gereinigt, die Stichöffnung mit Gestübbe geschlossen, es werden einige Schaufeln klein zerschlagener Läuterungsschlacken in das Gestell geworfen, und der Vorheerd wird dann mit Kohlenlösche bedeckt. Alsdann wird die Nase über der Form abgestoßen, die Form selbst von dem angesetzten gefrischten Eisen gereinigt, und sogleich, jedoch zuerst nur bei schwachem Gebläse, mit dem Schmelzen wieder angefangen. Dieser langsamere Gang dauert nur so lange, bis der Heerd wieder mit Schlacken angefüllt ist, indem alsdann der gewöhnliche Gang des Ofens wieder eintritt. Dies Verfahren des Weißmachens und Vorbereitens des grauen Roheisens ist sehr einfach, verursacht fast gar keinen Kohlenaufwand, und einen nicht sehr bedeutenden Zeitverlust beim Hohenofenbetriebe, der beim Frischprozeß aber sehr reichlich wieder eingebracht wird. Anwendbar ist diese Methode jedoch nur

bei sehr leichtflüssigen Beschickungen; auch muß dabei immer ein reichlicheres Verhältniß der Kohlen zur Beschickung statt finden, als wenn keine Läuterungsarbeit statt fände. Das Silicium wird (welches bei den Methoden 1—3 und 6 nicht der Fall war), großentheils mit abgeschieden, wenn gleich nicht so vollständig, als wenn das Roheisen durch einen besonderen Umschmelzprozeß vor der Form des Gebläses, zum Verfrischen vorbereitet wird. Bei allen leichtflüssigen Beschickungen, und bei gutartigen, leicht reducirbaren Erzen, ist diese Läuterungsmethode sehr zu empfehlen, und in aller Rücksicht der Methode 3 vorzuziehen, weil das Roheisen von Silicium gereinigt, und ohne bedeutenden Kohlenaufwand in den Zustand des luckigen Flosses versetzt wird, welches bei der Methode des Scheibenreißens erst durch das Braten der Scheiben bewirkt werden muß.

Ein anderes, diesem ähnliches Verfahren, das Roheisen unmittelbar im Hohenofen vorzubereiten, findet bei mehreren Hohenöfen von Berry statt. Die Oefen sind mit zwei Formen versehen, von denen die eine von Zeit zu Zeit eine in das Gestell geneigte Richtung erhält, wenn sich das Gestell schon ziemlich mit Roheisen angefüllt hat, so daß der Wind unmittelbar auf das flüssige Metall strömt. Die andere Form behält aber stets, auch während der Läuterungsarbeit durch jene erste Form, ihre gewöhnliche Lage, so daß das Schmelzen ununterbrochen fortgeht, und die Gichten in derselben Zeit nachrücken, während das Roheisen im Gestell durch die erste Form entkohlt wird. Bei diesem Verfahren wird das Nachrücken der Gichten noch weniger verzögert, als bei dem vorhin beschriebenen; es ist aber ebenfalls nur bei leichtflüssigen und leicht reducirbaren Beschickungen anwendbar.

Mit einem größeren Kohlenaufwande und mit einem geringeren Eisenausbringen aus den Erzen, würde sich zwar, durch einen absichtlichen Rohgang des Ofens, derselbe Zweck,

den man bei diesen beiden Läuterungsmethoden erreichen will, ebenfalls erlangen lassen, weil diese Läuterungsmethoden überhaupt nur in den Fällen anwendbar sind, in welchen auch der Rohgang des Ofens für die Beschaffenheit des Eisens nicht sehr nachtheilig wird; allein man erhält durch den Gaargang des Ofens, außer dem Gewinn an Kohlen und Erz bei der Schmelzung, noch den Vortheil, daß der Ofen immer in einem gleichmäßigen Gange bleibt, und daß man keine Versetzungen, die mit der Erzeugung des luckigen Eisens beim Rohgange immer verbunden sind, zu befürchten hat. Uebrigens wird aber das luckige Eisen vom Rohgange aus leicht reducirbaren und leichtflüssigen Beschickungen, immer noch reiner und von Silicium freier seyn, als das luckige Eisen, welches durch das Läutern oder Weißmachen des grauen Roheisens im Gestell des Hohenofens erzeugt wird.

8) Das Umschmelzen des Roheisens auf flachen Flammenofenheerden mit Zusatz von Frischschlacken. Die Flammenöfen zum Weißmachen des grauen Roheisens stimmen ganz mit den Flammenöfen mit nicht geneigten Heerden zum Umschmelzen des Roheisens überein, nur daß der Schmelzheerd möglichst flach seyn muß, und daß der Heerd in der Mitte fast gar keine muldenartige Vertiefung erhält. Dies ist nothwendig, damit das eingeschmolzene Roheisen eine große Oberfläche darbietet, und sich über den ganzen Heerd ausbreitet, ohne einen Sumpf zu bilden, weil dadurch das Weißwerden verzögert, und bei grauem Roheisen mit geringem Kohlegehalt, welches bei strengflüssigen Beschickungen und bei Koaks erblasen ist, gar nicht statt finden würde. Deshalb muß auch von dem zum Weißmachen bestimmten Roheisen, bei gleichen Dimensionen des Ofens, ungleich weniger eingeschmolzen werden, als wenn es bloß darauf ankommt, das Roheisen für die Gießerei umzuschmelzen, wobei ein tiefes Metallbad, in sofern es nur hinlänglich erhitzt werden kann, das Graubleiben des Roh-

eisens, der Absicht gemäß, befördert. Die zum Heerde führende Einsetzthüre wird inwendig, nach erfolgtem Einsetzen des Roheisens, durch einen aufgeschütteten Sanddamm gesichert, und das Uebersteigen der Schlacke dadurch verhindert. Dieser Damm wird nach jedem Abstechen wieder abgebrochen, theils um den Ofen zu reinigen, theils um zu verhindern, daß beim Einsetzen des Roheisens nicht etwas von dem Sanddamm auf den Schmelzheerd gebracht wird. Der Schmelzheerd besteht aus reinem Sande von 8—12 Zoll Dicke, welcher auf einer Ausfüllung von Ziegelschutt ruht, und nicht sehr fest eingeschlagen wird. Zum Abstechen des geweißten Roheisens ist unter der Einsetzthüre eine Stichöffnung durch die Umgebungsmauer des Ofens angebracht, welche mit dem Sande der den Schmelzheerd bildet, bedeckt ist. Das einzuschmelzende Roheisen wird über den ganzen Heerd ausgebreitet. Während des Einsetzens ist die Esse oben mit der Klappe verschlossen. Die Einsetzthüre wird nur in dem Augenblick des Einsetzens eines Stückes Roheisen geöffnet, und jedesmal sogleich wieder geschlossen, um den Ofen nicht abzukühlen. Man sorgt dafür, daß der Rost, zur Zeit des Einsetzens, mit glühenden Kohlen, welche keinen Dampf mehr verbreiten, angefüllt wird. Nach dem Einsetzen wird mit vollem Zuge geschmolzen. Der erste Abstich giebt oft noch graues Roheisen. Der Ofen geht, so lange als es der Bedarf an Weißeisen nöthig macht, oder so lange keine Beschädigungen am Gewölbe oder andere Hindernisse vorfallen, ununterbrochen fort. Die Frischschlacken welche das Roheisen weiß machen sollten, können entweder mit demselben zugleich eingesetzt, oder erst später, wenn das Roheisen in Fluß gekommen ist, eingetragen und eingerührt werden. Setzt man sie gleichzeitig mit ein, so ist das Durchrühren nicht erforderlich, weil sie früher als das Roheisen in Fluß kommen, und dann von dem geschmolzenen schwereren Roheisen wieder in die Höhe gehoben werden, also vollständig mit demselben in

Berührung kommen. Setzt man die Frischschlacken nach dem erfolgten Einschmelzen des Roheisens zu, so muß der Zusatz periodenweise geschehen, und das Umrühren der Masse mit hölzernen Rührstäben kann erst nach vollständig erfolgter Schmelzung der jedesmal eingesetzten Frischschlacke vorgenommen werden. Der Schlackenzusatz findet in 3 bis 4 Perioden statt. Bei einer Größe des Schmelzheerdes von 7 Fuß Länge und von 3½ Fuß mittlerer Breite, können 15 bis 18 Centner Roheisen mit einem male zum Weißmachen eingesetzt werden, welche eine Quantität von 3 bis 4 Centnern Frischschlacke zum Weißwerden erfordern. Die Eisenfrischschlacken werden bei dieser Operation, durch Aufnahme der Kieselerde aus dem Sande des Schmelzheerdes, gewöhnlich in Bisilikate umgeändert, und erhalten dann das Ansehen von Hohenofenschlacken. Schöpfproben, welche von Zeit zu Zeit unter der Schlackendecke genommen werden, müssen das Anhalten geben, ob das Roheisen schon weiß geworden ist, oder ob es noch länger stehen, und vielleicht neue Schlackenzusätze erhalten muß. Eine Quantität von 15 bis 18 Centnern Roheisen erfordert eine Zeit von 3 bis 4 Stunden, um so weiß zu werden, daß es das Ansehen von luckigen Flossen erhält. Beim Abstechen läßt man die Schlacken mit ablaufen, und begießt das Eisen sogleich mit einer reichlichen Menge Wasser. Ein Eisenverlust findet bei dieser Arbeit kaum statt, vielmehr tritt zuweilen eine kleine Gewichtszunahme ein, weil ein Theil des Eisenoxyduls in der Schlacke reducirt, und von dem Roheisen aufgenommen wird. Der Verbrauch an Steinkohlen beträgt auf 100 Pfund Weißeisen kaum einen Kubikfuß. Daher erscheint diese Vorbereitungsmethode des Roheisens sehr vortheilhaft, allein sie ist nicht anwendbar, wenn das Roheisen so viel Phosphor enthält, daß es ein leichtbrüchiges Stabeisen liefert; eben so wenig bei einem bedeutenden Siliciumgehalt, also nicht bei allem

Roheisen, welches aus strengflüssigen Beschickungen und aus schwer reducirbaren Erzen erzeugt worden ist.

9) Das Umschmelzen des Roheisens im Schmelzheerde bei Koaks, ohne Anwendung von Zuschlägen, und das Abstechen des geschmolzenen Eisens. Die Schmelzheerde haben in der Hauptsache ganz die Einrichtung der gewöhnlichen Frischheerde, nur daß ihnen eine sehr viel größere Windmasse zugeführt wird. Von dem Verfahren 4 unterscheidet sich diese Methode also nur dadurch, daß durch die größere Windmasse eine ungleich größere Entkohlung des Roheisens herbeigeführt wird, so daß das Eisen, wenn der Prozeß in seiner Vollkommenheit ausgeführt wird, im Zustande der luckigen Flossen abgelassen werden kann. Graues Roheisen mit geringem Kohlegehalt, bei strengflüssigen Beschickungen und bei Koaks in hohen Obergestellen erblasen, ist auch bei dieser Umschmelzarbeit zum Weißwerden wenig geneigt. Selbst das weniger strengflüssige graue Roheisen erfordert eine große Windmenge und eine nicht zu starke Concentrirung des Windstroms (keinen zu sehr gepreßten Wind), um bald in weißes Roheisen umgeändert zu werden. Man hat dieser Methode des Weißmachens den Namen der Feineisenbereitung gegeben und nennt die Schmelzheerde: Feineisenfeuer oder Raffinirfeuer (Finery, oder refining furnace), weil dem daraus erhaltenen Produkt, der Name: Feineisen, oder Feinmetall (fine iron oder fine metall) beigelegt worden ist. Durch das Niederschmelzen vor dem Winde und durch die fortgesetzte Einwirkung des Windstroms auf das flüssige Roheisen im Heerde, wird nicht bloß der Kohlegehalt des Eisens vermindert, sondern auch der Gehalt an Phosphor, Silicium und Mangan zum großen Theil abgeschieden, so daß das Roheisen durch diese Umschmelzarbeit auf das vollständigste und vollkommenste für die Frischarbeit vorbereitet wird. Obgleich sich alles Roheisen in den Feineisenfeuern behandeln läßt, und dadurch eine bessere Beschaffenheit erhält, so ist doch nur das

graue Roheisen von leichtflüssigen Beschickungen, besonders wenn es auf der Gränze zum Spiegelfloß steht, vorzugsweise zur Feineisenbereitung geeignet. Statt der eisernen Platten, mit welchen man die Heerde bei den gewöhnlichen Frischfeuern einschließt, bedient man sich bei den Feineisenfeuern gegossener, hohler, eiserner Kasten, in welchen fortwährend kaltes Wasser circulirt, weil die Platten sich bei dem ununterbrochenen Fortgange der Arbeit leicht bis zum Wegschmelzen erhitzen würden. Auch trägt ein möglichst kühler Zustand des Heerdes uuter den Formen sehr wesentlich dazu bei, daß das Roheisen nach dem Ablassen und Erstarren nicht grau bleibt. Der Boden besteht aus Sand. Das in den Heerden niedergeschmolzene Eisen wird beim Abstechen in eiserne, rinnenartige Formen geleitet, unter welchen ebenfalls ein Wasserstrom circulirt, um sie kühl zu erhalten. Auch auf das abgelassene Eisen muß, im Augenblick des Erstarrens, möglichst viel Wasser geleitet werden.

Mit mehr oder weniger unwesentlichen Abänderungen sind die Feineisenfeuer so eingerichtet, wie sie die Zeichnung Fig. 570. darstellt. Es ist hier nämlich:

A. Der Windkasten welcher mit dem Gebläse in Verbindung steht, und aus welchem der Wind dem Heerde durch die Düsen und durch die Form zugeführt wird.

B. Der den Formzacken eines gewöhnlichen Frischheerdes vertretende eiserne Wasserkasten, in welchem sich zugleich die Oeffnungen für die Düsen befinden. Der Kasten ist hohl, und wird durch einen hineingeleiteten Wasserstrom kühl erhalten. Statt dieses Kastens wendet man häufig aber auch nur einen gewöhnlichen Formzacken an, der sich gegen die Mauerung der Formwand lehnt. Dann muß die kupferne, oder die gegossene eiserne Form mit einem hohlen Mantel versehen seyn, in welchen kaltes Wasser geleitet wird, um sie kühl zu erhalten. Die Einrichtung dieser Formen geht aus den Zeich-

nungen Fig. 590. und 591. specieller hervor. Die Röhre welche der Form, durch eine der oberhalb in ihr angebrachten mit einander communicirenden Oeffnungen, das kalte Wasser zuführt, steht mit einem höher liegenden Wasserkasten in Verbindung, der immer mit frischem Wasser gefüllt ist. Das erwärmte Wasser wird durch das kalte in der daneben einmündenden abfallenden Röhre, aus dem Formmantel wieder ausgedrückt.

C. Die Vorwand des Feuers oder des Heerdes. Sie besteht aus einer starken gegossenen eisernen Platte, in welcher die Oeffnung für den Abstich befindlich ist.

D. Die Umfassungswände des Heerdes, welche die Stelle der Gicht- und der Hinterzacken bei den gewöhnlichen Frischheerden vertreten. Dieser gegossene eiserne Kasten wird ebenfalls durch circulirendes Wasser möglichst kühl erhalten. Es ist bequemer, die beiden Seiten des Heerdes aus einem einzigen, unter einem rechten Winkel gebogenen eisernen Kasten bestehen zu lassen, indeß kann dieser Kasten, wie sich von selbst versteht, auch aus einzelnen Platten zusammengesetzt seyn, welche inwendig durch Falzen und Schraubenlöcher zusammengeschraubt werden.

E. Eine eiserne Deckplatte, auf welcher zugleich die über dem Heerde aufgehäuften Koaks ruhen.

F. Eiserne Ständer, welche die Esse oder den Schornstein über dem Heerde tragen, um Flamme, Rauch und Dämpfe abzuführen. Es ist einleuchtend, daß jede andere Einrichtung zum Tragen der Esse ebenfalls gewählt werden kann.

G. Die Esse oder der Schornstein; wie gewöhnlich aus einer massiven Mauer bestehend.

H. Gegossene eiserne Rinnen oder Formen, in welche das Feineisen beim Abstechen geleitet wird. Gewöhnlich sind sie aus eisernen Platten zusammengesetzt, obgleich sie auch im Ganzen gegossen, und dann in mehreren Stücken an einander

geschoben werden. Man bestreicht die Rinne oder die Form inwendig mit einem dünnen Lehmbrei, damit sich das Feineisen besser ablösen läßt, und wiederholt den Ueberzug nach jedem Abstich. Die Rinne muß nur eine geringe Neigung erhalten, und durch fließendes Wasser, wenn es ohne Schwierigkeit geschehen kann, unten abgekühlt werden.

I. Der Heerdboden, welcher aus Sand besteht.

Die Feineisenfeuer erfordern sehr viel Wind, der ihnen wenigstens durch zwei, ungleich erfolgreicher aber, mit größerem Gewinn an Zeit und Koaks, durch vier, auch wohl durch sechs Düsen (von denen 2 und 2, oder 3 und 3 einander gegenüberstehen) zugeführt wird. Um das im Heerde niedergeschmolzene Eisen der Wirkung des Luftstroms auszusetzen, giebt man den Düsen, also auch den Formen, oder den dieselben vertretenden Formöffnungen, eine Neigung von 30 bis 40 Graden in den Heerd. Das zum Weißmachen bestimmte Roheisen wird gewöhnlich in Stücken von 3 Fuß Länge und von 90 bis 110 Pfund schwer, angewendet. Die Tiefe des Heerdes beträgt 10 bis 12 Zoll; bei halbirtem Roheisen können sie auch 14 bis 15 Zoll tief seyn. Nach der Anzahl der Formen erhält der Heerd eine Länge von 4 bis 5 Fuß, und eine Breite von 3 bis $3\frac{1}{2}$ Fuß. Eine Windmenge von 800 Kubikfuß in der Minute ist die geringste, welche man dem Feineisenfeuer zutheilen sollte. Koaks aus Sinterkohlen sind weniger brauchbar, als die aus nicht zu stark backenden Steinkohlen. Aber ganz unbrauchbar sind die Koaks aus Sandkohlen, und alle Koaks, welche beim Verbrennen viel Asche hinterlassen. Fest liegende, kleine, schwer entzündbare und an Asche sehr reiche Koaks, verstopfen das Feuer, hemmen den Abzug der Flamme, und erfordern einen so stark gepreßten Wind, daß sich der Heerd zu sehr erhitzt, und dadurch das Weißwerden des Roheisens verhindert. Man füllt das Feineisenfeuer mit Koaks an, welche erst vollständig in Gluth ge-

rathen seyn mussen, ehe das Roheisen auf den Koakhaufen gelegt werden kann. Wenn die Arbeit aber schon im Gange ist, so wird das Feuer unmittelbar nach jedem Abstich wieder mit frischen Koaks angefüllt, die sich dann sehr schnell entzünden. Nach der Größe des Feuers und nach der Anzahl der Formen, werden 20 bis 26 Centner Roheisen für einen Abstich mit einem mal durchgeschmolzen, welche nach und nach aufgetragen und niedergeschmolzen werden. Beim Abstechen läuft die schwarze, blasige, zuweilen krystallinische Schlacke, — welche ganz die Zusammensetzung der sogenannten Rohfrischschlacke hat, — mit ab, trennt sich aber beim Begießen des Feineisens mit Wasser sehr leicht, und springt von der Oberfläche des Eisens ab, so daß sie mit leichter Mühe abgekehrt werden kann. Die Arbeit geht sehr schnell, und man kann annehmen, daß eine Quantität von 20 Centnern Roheisen im Durchschnitt in einer Zeit von 3 Stunden niedergeschmolzen ist. Aus 22½, höchstens aus 23 Centnern Roheisen, erfolgen 20 Centner Feineisen, so daß der Verlust an Eisen 12, höchstens 15 Prozent beträgt. Das bei einer leichtflüssigen Beschickung erblasene Roheisen wird häufig auch nur mit einem Verlust von 9 bis 10 Prozenten in Feineisen umgeändert. Der Verbrauch an Koaks hängt sehr von der Beschaffenheit derselben ab. Im Durchschnitt dürfte er 1 Kubikfuß für 110 Pfund Feineisen betragen. Beim Niederschmelzen der Roheisenstäbe ist dahin zu sehen, daß sie nicht zu schnell durch die Koaks fallen, weshalb sie von Zeit zu Zeit mit Brechstangen gehoben, und über der Form erhalten werden müssen, bis sie schmelzen. Das Feineisen ist um so vollkommener, je mehr es sich dem Zustande des luckigen Flosses nähert. Weil sich durch das Arbeiten im Feuer fast gar nicht nachhelfen, und die Masse nicht lockerer machen läßt, so hängt der gute Erfolg des Prozesses fast ganz allein von der leichtflüssigen Beschaffenheit des Eisens, von der Güte der Koaks, und von der Menge des

Windes ab, die man anwendet. Dabei ist es aber auch ganz nothwendig, die Umfassungswände des Feuers kühl zu erhalten, damit der Heerd sich nicht zu stark erhitzt, welches auch dann geschieht, wenn Koaks und Eisen zu dicht über einander liegen, und die Hitze im Heerde zurück halten, wodurch das Roheisen bis zu einem solchen Grade erhitzt werden kann, daß es nach dem Erkalten, ungeachtet seines verminderten Kohlegehaltes, nicht weiß wird. Zur Beförderung des Weißwerdens wendet man hier und dort Zusätze von Glühspan, oder Abfälle von Walzwerken an.

Von dem Umschmelzen des Roheisens.

Roheisen, welches zur Anfertigung von Gußwaaren angewendet werden soll, muß im geschmolzenen Zustande dünnflüssig seyn, um die Formen ganz auszufüllen; — es muß beim Erstarren inwendig keine Höhlungen und Blasen, und auf der an der freien Luft erstarrenden Oberfläche keine Erhabenheiten und Vertiefungen bilden; — es darf, vorzüglich wenn es auf feine Abdrücke der Form ankommt, nicht zu viel Graphit beim Erkalten ausstoßen; — es muß nach dem Erkalten die möglichst geringste Sprödigkeit zeigen; — es muß, besonders bei Gußwaaren welche noch einer Bearbeitung mit der Feile, mit dem Bohrer und mit der Schneide ausgesetzt werden müssen, nach dem Erkalten nicht zu hart seyn, sondern noch einen gewissen Grad von Weichheit und Geschmeidigkeit besitzen; — es muß, wenn große Härte von den Gußwaaren verlangt wird, die möglichste Härte und Festigkeit mit der geringsten Sprödigkeit vereinigen; — es muß durch einen großen Graphitgehalt nicht zu poröse seyn, und endlich muß es so wenig als möglich schwinden, weil dadurch, besonders bei zusammengesetzten Gußstücken, leicht eine Unvollkommenheit in den Verhältnissen der Theile gegen einander entsteht. Alle diese Eigenschaften lassen sich bei dem aus den Schmelzöfen unmittel-

bar gewonnenen Roheisen nicht mit einander vereinigen, weil der Gang des Ofens nur auf die Erzeugung einer bestimmten Roheisenart gerichtet ist, und weil weder der Betrieb des Ofens, noch der der Gießerei, es ohne die größten Störungen gestatten würden, häufige Aenderungen in den Beschickungen und Zuschlägen vorzunehmen, welches in gewissen Fällen sogar nicht einmal ausführbar seyn würde. Aus dem Verhalten der verschiedenen Roheisenarten in der Schmelzhitze ist es schon bekannt, daß das graue Roheisen von strengflüssigen Beschickungen, bei enger und hoher Zustellung erblasen, den eben erwähnten Bedingungen für ein zur Gießerei brauchbares Roheisen, am mehrsten entspricht; allein man darf sich, bei schwachen Gebläsen, und besonders bei der Anwendung von Holzkohlen, nicht immer der Gefahr aussetzen, die Beschickung strengflüssig einzurichten. Deshalb wird man, unter solchen Verhältnissen, immer genöthigt seyn, leichtflüssige Beschickungen zu wählen, und durch enge und hohe Zustellungen graues Roheisen mit einem größeren Kohlegehalt zu erzeugen; in solchen Fällen aber, wenn größere Härte und Festigkeit von den Gußstücken erfordert werden, den Erzsatz zu verstärken, um den vollständigen Uebergang des gaaren weißen in graues Roheisen zu verhindern. Immer wird indeß eine Gießerei, die auf die Benutzung des unmittelbar vom Schmelzofen fallenden Roheisens ganz allein beschränkt ist, außer Stande seyn, die verschiedenen Gußwaaren, von welchen häufig sehr verschiedene Eigenschaften verlangt werden, in gleicher Güte und Vollkommenheit zu liefern. Selbst das graue Roheisen von strengflüssigen Beschickungen, ist nicht zu allen Anwendungen beim Gießereibetriebe geeignet, weil demselben Festigkeit und Härte oft in einem hohen Grade abgehen. Festes Roheisen, welches zugleich allen übrigen Eigenschaften entspricht, die man von einem vollkommenen Gußstück erwartet, läßt sich fast nur aus dem bei leichtflüssigen Beschickungen erblasenen grauen Rohei-

sen darstellen, indem man demselben durch wiederholtes Umschmelzen in Flammenöfen einen Theil des Kohlegehaltes entzieht. Ein solches umgeschmolzenes Roheisen würde zu allen Anwendungen vorzüglich zu empfehlen, und nur allein in solchen Fällen nicht zweckmäßig gewählt seyn, wenn es auf eine sehr große Härte des Gußstückes ankommt, wozu das Roheisen von leichtflüssigen Beschickungen, dem durch Umschmelzen die Kohle nicht entzogen wird, am mehrsten geeignet ist, in sofern die Vorrichtung beim Gießen so getroffen werden kann, daß die Oberfläche des Eisens plötzlich zum Erstarren gebracht wird.

Es giebt aber noch andere Gründe, aus denen das Umschmelzen des Roheisens zur Anfertigung von Gußwaaren gar nicht zu vermeiden ist. Diese bestehen darin, daß man zu jeder Zeit flüssiges Roheisen zur Disposition hat, um die Formen füllen zu können; daß man große und schwere Gegenstände abgießen kann, die zu ihrer Anfertigung mehr Roheisen erfordern, als der Gestellraum des Ofens zu fassen vermag; und daß man Gießereien an solchen Orten betreiben kann, wo die Anlage von Schmelzöfen unstatthaft ist. Am vortheilhaftesten wird indeß immer diejenige Gießerei betrieben werden, bei welcher die Vorrichtungen zum Umschmelzen des Roheisens mit dem Betriebe der Eisenerzschmelzöfen verbunden sind, weil sie sich für viele Fälle des Roheisens unmittelbar aus dem Schmelzofen bedienen, und die Umschmelzkosten des Roheisens ersparen kann. Das Umschmelzen des Roheisens kann auf drei verschiedene Arten bewerkstelligt werden. Entweder in bedeckten Gefäßen (in Tiegeln), welche zwischen glühenden Kohlen auf dem Rost eines gut ziehenden Windofens stehen. Oder mit Kohlen geschichtet in Schachtöfen, die mit einem Gebläse versehen sind (in Sturzöfen und in Kupolöfen). Oder in einem glühenden Luftstrom auf dem Heerde eines Flammenofens. Bei jeder von diesen Methoden wird die Beschaffenheit des

zum Umschmelzen angewendeten Roheisens mehr oder weniger, aber auf eine verschiedene Weise, geändert.

A. Das Umschmelzen in Tiegeln. Es lassen sich dazu sowohl gute feuerfeste Thontiegel, als Kohlentiegel (Graphittiegel) anwenden. Eine Glasdecke wird dem Roheisen bei dem Umschmelzen in Tiegeln nicht gegeben, weil dieselbe beim Ausgießen des flüssigen Roheisens in die Formen, hinderlich seyn würde. Weil die Tiegel aber mit einem Deckel versehen sind, so wird das Roheisen durch das Tiegelschmelzen in seiner Beschaffenheit nur wenig verändert, theils weil die Masse des Tiegels in der kurzen Zeit bis zu welcher die Schmelzung erfolgt, auf das Roheisen nur eine sehr unbedeutende chemische Einwirkung zeigen kann; theils weil das Roheisen gewöhnlich nicht stärker erhitzt wird, als nöthig ist um es in den flüssigen Zustand zu versetzen, so daß ein anderer Verbindungszustand der Kohle mit dem Eisen, nach dem Erkalten des Roheisens, selten eintritt. Es ist zwar nicht zu läugnen, daß alles weiße Roheisen vom übersetzten Gange des Schmelzofens, durch eine lange anhaltende und starke Schmelzhitze, beim Tiegelschmelzen in graues und weiches Roheisen mit einem geringen, dem Kohlegehalt des angewendeten weißen Roheisens entsprechenden Kohlegehalt umgeändert werden kann, daß also jenes weiße Roheisen ebenfalls zum Tiegelguß geeignet seyn würde; allein die Anwendung eines solchen Roheisens würde einen so großen Aufwand an Zeit und Brennmaterial erfordern, daß es deshalb nicht für tauglich zum Tiegelguß gehalten werden kann. Eben so untauglich ist das gaare (weiße oder graue) Roheisen von leichtflüssigen Beschickungen bei niedrigen Zustellungen erblasen, weil es sich beim Ausgießen in die kalten Formen leicht abschreckt, und weiß und spröde wird; Eigenschaften, welche man bei allen Gußwaaren die bei der Tiegelgießerei dargestellt werden sollen, ganz vorzüglich zu vermeiden sucht. Es ist daher für die Tiegelgießerei nur graues Roh-

eisen von strengflüssigen Beschickungen bei hohen und engen Zustellungen erzeugt, mit Vortheil anzuwenden.

Die Oefen zum Tiegelschmelzen unterscheiden sich von den in der vierten Abtheilung beschriebenen Tiegelschmelzöfen, welche die Zeichnungen Fig. 277—279., und Fig. 282. 283. darstellen, durchaus nicht, oder allenfalls nur dadurch, daß sie verhältnißmäßig größere Dimensionen erhalten. Größere Tiegel als solche, die 20 bis 30 Pfund Roheisen enthalten können, wendet man vielleicht niemals, wohl aber oft kleinere an, theils weil man sich beim Tiegelguß immer nur auf die Darstellung von leichten und feinen Gußwaaren beschränkt, theils weil sich schwerere Tiegel nicht gut handhaben lassen würden. Als Feuerungsmaterial werden entweder Holzkohlen oder Koaks angewendet. Bedient man sich der Holzkohlen, so muß der Schacht des Ofens höher seyn als bei Koaks; auch müssen von Zeit zu Zeit Kohlen nachgeschüttet werden, wodurch das Umschmelzen sehr kostbar wird. Wäre man daher auf die Anwendung von Holzkohlen durchaus beschränkt, so würde es vortheilhafter seyn, den Tiegelöfen die Einrichtung zu geben, daß die Schmelzung durch Hülfe eines Gebläses erfolgt, wie in der vierten Abtheilung ebenfalls schon gezeigt worden ist. Gewöhnlich bedient man sich aber der Koaks, bei deren Anwendung zum Umschmelzen von 100 Berliner Pfunden Roheisen in den gewöhnlichen Tiegelöfen mit natürlichem Luftzuge, auch wohl 10—18 Kubikfuß erforderlich sind. Der Verbrauch läßt sich gar nicht mit Zuverläßigkeit bestimmen, weil zu einem Schmelzen fast gleiche Quantitäten Koaks erforderlich sind, man mag größere oder kleinere Tiegel anwenden, und diese mehr oder weniger füllen. Immer sind aber die Tiegelschmelzöfen mit natürlichem Luftzuge höchst unvollkommene und einen sehr starken Kohlenverbrauch veranlassende Vorrichtungen.

Der Roheisenverlust beim Tiegelschmelzen sollte eigentlich nur höchst unbedeutend seyn, aber er beträgt doch nicht selten

15—35 Prozent. Dieser Verlust wird jedoch nicht durch die Arbeit des Umschmelzens, sondern ganz allein durch mechanisches Verzetteln der Eisenkörnchen, und durch die Eingüsse bei den Formen veranlaßt. Deshalb wird er unverhältnißmäßig größer seyn, wenn nur sehr kleine Gußstücke angefertigt werden, und wenn das verzettelte Eisen nicht sorgfältig zusammengehalten wird.

B. Das Umschmelzen in Schachtöfen. Obgleich das schmelzende Roheisen dabei der unmittelbaren Einwirkung der Kohle ausgesetzt wird, so erfolgt die Schmelzung doch so rasch, daß das mit Kohle noch nicht gesättigte Eisen, nicht mehr Kohle aufzunehmen scheint. Aber auch zu der Umänderung des weißen Roheisens in graues, ist ein höherer Grad der Temperatur erforderlich, als in den, gewöhnlich sehr niedrigen Schachtöfen, vorhanden ist. Deshalb tritt auch, besonders beim ersten Anlassen des Ofens, häufiger der Fall ein, daß das aufgesetzte graue Roheisen weiß wird, als daß, umgekehrt, eingeschmolzenes weißes Roheisen grau würde. Nur bei hohen Schächten und bei einer nicht vollständigen Benutzung der Kohle, würde ein solcher Erfolg statt finden. Man wird sich daher des weißen Roheisens vom übersetzten Gange nicht bedienen, und eben so wenig wird man das gaare Roheisen von leichtflüssigen Beschickungen, weil es beim plötzlichen Erstarren in den Formen leicht weiß wird, zum Umschmelzen in niedrigen Schachtöfen anwenden. Auch bei dieser Umschmelzarbeit ist also das graue Roheisen mit geringem Kohlegehalt, bei strengflüssigen Beschickungen und engen und hohen Zustellungen erblasen, das beste Material. Käme es aber darauf an, Gußwaaren von ausgezeichneter Härte und Festigkeit darzustellen, so würde überhaupt das Umschmelzen des Roheisens in Schachtöfen nicht das Mittel seyn, jenen Zweck zu erreichen. Ist keine Gelegenheit vorhanden, das strengflüssige graue Roheisen anzuwenden, so wird man sich freilich des leichtflüssigen

grauen Roheisens mit großem Kohlegehalt bedienen, dann aber auch dafür sorgen müssen, daß es in möglichst starker Hitze geschmolzen wird.

Man hatte zu Anfange des vorigen Jahrhunderts nur noch sehr unvollkommene Vorrichtungen, um das Roheisen in kleinen, tiegelartigen Schachtöfen, mit Holzkohlen geschichtet, niederzuschmelzen (Reaumur, l'art d'adoucir le fer fondu. Paris. 1722. Prem. et seconde mém.) Diese kleinen Oefen hatten anfänglich eine Höhe von 16 Zoll, welche nach und nach, bei der Anwendung von Holzkohlen, bis zu 16 Fuß vergrößert ward. Die Anwendung der Koaks gestattete indeß eine Verminderung der Höhe der Schächte, wodurch die Oefen eine bequemere und allgemeiner anwendbare Einrichtung erhielten. Die eigentlichen Schächte in denen die Schmelzung erfolgt, werden größtentheils durch einen gegossenen eisernen Mantel zusammen gehalten. Die ältere Methode, den ganzen Ofen nach erfolgtem Umschmelzen des Roheisens umzustürzen, und auf solche Art das flüssige Roheisen in die Formen zu gießen, änderte man nach und nach dahin ab, daß man der Form gegenüber eine Oeffnung anbrachte, welche beim Niederschmelzen des Roheisens verstopft, und wenn sich der Schmelzraum mit flüssigem Roheisen gefüllt hatte, wieder geöffnet ward, worauf der auf einem besonderen Gerüst in Zapfen schwebende Ofen unter einem solchen Winkel gegen den Horizont geneigt ward, daß das Roheisen aus der Oeffnung ausfließen konnte. Diese, von Reaumur angegebene Einrichtung, ward endlich dadurch noch mehr verbessert, daß die Stichöffnung nicht in der Formhöhe, sondern, wie bei allen Schachtöfen, an dem tiefsten Punkt des Schachtes auf der Heerdsohle angebracht ward, so daß das Roheisen beim Oeffnen des Stiches von selbst, und ohne die Stellung des Ofens verändern zu dürfen, abfloß. Noch jetzt ist indeß in einigen Gegenden, wo man Roheisen in Schachtöfen mit Holzkohlen geschichtet niederschmelzt,

die Einrichtung anzutreffen, welche *Reaumur* eingeführt hat. Man nennt die Oefen, welche durch eine künstliche Vorrichtung auf Zapfen aufgehängt schweben, und beim Ablassen des geschmolzenen Roheisens gegen den Horizont geneigt werden, Senköfen oder Sturzöfen; die allgemeiner eingeführten unbeweglichen Schachtöfen zum Umschmelzen des Roheisens, werden Kupolöfen genannt. Zwischen den Sturz- und Kupolöfen ist kein Unterschied weiter vorhanden, als die verschiedene Behandlung beim Ablassen des Roheisens. Abgesehen von dem Kraftaufwande der zum Neigen oder Stürzen der Sturzöfen erforderlich ist, stehen diese gegen die Kupolöfen auch dadurch im Nachtheil, daß sie nach jeder Schmelzung sehr tief niedergehen müssen, und daher einen unnöthigen Zeit- und Kohlenverlust verursachen.

Der *Sturzofen* oder *Senkofen* besteht im Wesentlichen aus einem aus Eisenblech angefertigten Gefäß, dem man am bequemsten die Gestalt einer Tonne giebt. Dies Gefäß dient als Mantel oder als Umgebung für den eigentlichen, aus feuerfesten Ziegeln aufgemauerten Schacht. In den Zeichnungen Fig. 582. ist eine Seitenansicht, in Fig. 583. eine Vorderansicht, und in Fig. 584. der Durchschnitt eines Sturzofens dargestellt. Daß der Wind, wie auf der Zeichnung angegeben, auf zwei Seiten in den Ofen geführt wird, ist sehr zweckmäßig. Die ganze Ofenvorrichtung ruht mit zwei Zapfen in eisernen Lagern. Der Mantel kann von Gußeisen angefertigt werden; er wird aber auch aus $\frac{1}{8}$ Zoll starken Eisenblechen zusammen geniethet, die einen gegossenen Boden umfassen. Die tonnenförmige Gestalt dient zur Erleichterung der Bewegung des Ofens in den Zapfen. Auf der Gicht versieht man den Mantel wohl mit einem Kranz, um das Eisen und die Kohlen beim Eintragen zusammen zu halten. Zu beiden Seiten des Mantels ist eine Schiene a angeniethet, die sich in zwei Arme b theilt, welche zum Befestigen zweier, unter dem Bo-

den angebrachter Schienen c, mittelst Schrauben, benutzt werden. An den Schienen a sind die beiden Zapfen, entweder auf die in der Zeichnung angegebene Art befestigt, oder sie sind so angebracht, daß sie, frei stehend, an einem um den Ofen gelegten Ringe befestigt sind. Die Entfernung der Zapfen vom Boden richtet sich nach dem Schwerpunkt des mit Roheisen angefüllten Ofens, der nur einen Zoll über dem Aufhängepunkt liegen darf. Unter den Schienen a ist, an jeder Seite des Ofens, eine Oeffnung d für die Form angebracht, und nach der Vorderseite sind ebenfalls zwei Oeffnungen in dem Mantel eingeschnitten. Die obere f dient zum Ausgießen des Eisens, und wird während des Schmelzens durch ein eingepaßtes Stück von feuerfestem Thon und einen vorgeschobenen Riegel verschlossen. Die untere wird nur bei Reparaturen geöffnet, um Schlacken und andere geschmolzene Massen mit der Brechstange ablösen zu können. Die Ständer h für die Zapfenlager sind entweder gegossen oder geschmiedet, und so hoch, daß der Ofen 9 Zoll über der Hüttensohle schwebt. Zum Bewegen des Ofens in seinen Zapfen, dient der 5 bis 9 Fuß lange Hebel k, welcher während des Schmelzens in einen Haken gelegt werden kann. Beim Gießen wird die Neigung des Ofens mit der Hand bestimmt. Die Höhe des Ofens beträgt 7 bis 8 Fuß. Der Boden wird zuerst mit zwei Schichten von Thonsteinen bedeckt, so daß die Formen 14 bis 18 Zoll vom Boden entfernt bleiben. Dann wird der Schacht aus feuerfesten Thonsteinen aufgeführt, dem man die tonnenartige Gestalt des Mantels giebt, so daß er am Boden etwa 18 Zoll, zwischen den Formen 30 bis 34 Zoll, und an der Gicht 24 bis 25 Zoll im Durchmesser weit wird. Wenn der Schacht ohne eine Füllung eingesetzt wird, so erhitzt sich der Blechmantel, bei einem lange anhaltenden Betriebe, zuweilen bis zum Glühen. Der Heerd des Ofens hält, bei den angegebenen Dimensionen, 10 bis 11 preußische Centner Roheisen.

Unter der Gießöffnung f sind zwei Haken m angebracht, in welche man eine Gußrinne von geschmiedetem und mit Thon beschlagenem Eisen legen kann, wenn das Eisen in große Pfannen gegossen werden soll, die man zu den Formen tragen will. Soll das geschmolzene Eisen in kleinen Kellen vergossen werden, so fließt es über das an der unteren Kante der Oeffnung befindliche Blech. Die bauchartige Erweiterung des Schachtes ist sehr zweckmäßig und empfehlenswerth. Wenn der Ofen in Betrieb gesetzt werden soll, so wird die Gußöffnung verschlossen, es werden glühende Kohlen in den Ofen getragen, und der Schacht wird mit Holzkohlen gefüllt. Ist die Gluth bis auf die Gicht durchgedrungen, so setzt man noch einige leere Gichten, beginnt den Eisensatz zuerst mit $4\frac{1}{2}$ Pfund Preußisch, und steigt dann bis zu dem Satz, den die Kohlengichten (gewöhnlich $1\frac{2}{3}$ Kubikfuß Preuß.) tragen können. Bei guten Kohlen läßt sich der Satz bis 36 Pfund Preuß. erhöhen. Bei weißem Roheisen muß der Eisensatz um 8 bis 10 Pfund niedriger gehalten werden, wenn das niedergeschmolzene Roheisen eine graue Beschaffenheit haben soll. Während des Schmelzens nimmt man durch die Gußöffnung, vermittelst eines kleinen eisernen Löffels, häufig eine Probe von dem eingeschmolzenen Roheisen, um die Beschaffenheit desselben zu untersuchen, und darnach die Stärke des Eisensatzes, oder auch die Art des einzuschmelzenden Roheisens zu bestimmen. Durch dieselbe Oeffnung wird auch die Schlacke mehrere male von dem flüssigen Roheisen abgezogen. In einer Stunde werden, — nach Beschaffenheit des Gebläses, — 5 bis 10 Gichten durchgesetzt, und man kann in einem Zeitraum von 6 Stunden 10 bis 20 Centner flüssiges Eisen erhalten. Der erste Guß findet etwa nach 8 Stunden, der zweite nach 6, und der dritte nach 5 Stunden statt. Wird die Schmelzung ununterbrochen mehrere Tage fortgesetzt, so erhält man den folgenden Guß in noch kürzerer Zeit. Wenn sich im Heerde so viel Roh-

eisen angesammelt hat, daß der Guß beginnen kann, so läßt man die letzte Gicht, wegen des Stürzens des Ofens, tief niedergehen; dann wird die Gußöffnung geöffnet, die Schlacke abgezogen, und ein Arbeiter neigt den Ofen vermittelst des Hebels k, so daß das Eisen in die untergehaltenen Kellen fließt. Ist alles Eisen aus dem Heerde gelassen, so reinigt man ihn von Schlacke, schüttet einige Kohlen nach, so daß der Schacht bis zur Gicht damit angefüllt ist, und fährt mit dem gewöhnlichen Eisensatz fort. — Der Holzkohlenverbrauch beträgt für 100 Pfund umzuschmelzendes Roheisen 5 bis 7 Kubikfuß rheinl., und der Roheisenverlust wechselt nach der Beschaffenheit des Eisens zwischen 5 und 12 Prozent.

Der Kupolofen besteht ebenfalls nur aus einem Schacht von feuerfesten Thonziegeln, der durch einen gegossenen eisernen Mantel zusammengehalten, oder in welchen der Schacht vielmehr eingesetzt wird. Den Mantel kann man aus eisernen Platten zusammensetzen, indem es auf die äußere Gestalt gar nicht ankommt, oder ihn aus gegossenen und über einander gestellten eisernen Ringen, oder auch aus einem einzigen Cylinder bestehen lassen. Die Zeichnung Fig. 586. zeigt den Durchschnitt, und Fig. 587. den Grundriß eines aus eisernen Platten zusammengesetzten Kupolofens. Der Ofen steht auf einem gemauerten, 18 bis 24 Zoll hohen, und mit einem Canal a, zum Abzuge für die Feuchtigkeit, versehenen Fundament A, auf welchem gewöhnlich eine eiserne Bodenplatte B liegt, welche mit aufsteigenden Rändern versehen ist, um die Seitenplatten C fest zu halten. Die Bodenplatte erhält die Gestalt welche der Mantel im Horizontaldurchschnitt hat, indeß kann sie auch aus mehreren einzelnen Platten zusammengesetzt seyn. Auch oben auf der Gicht werden die Seitenplatten mit einer Deckplatte e zusammengehalten, an welcher sich ebenfalls Ränder oder Falzen zur Aufnahme der Seitenplatten befinden. Diese Deckplatte ist mit einer der Weite des Schachtes bei der

Gicht entsprechenden kreisförmigen Oeffnung versehen. Man setzt die Deckplatte gerne aus 2, oder noch besser aus 4 Stükken zusammen, um sie beim Einsetzen und Repariren der Schächte bequemer abheben zu können. Die Seitenplatten sind durch aufstehende Lappen mit einander verbunden, welche auswendig durch Schrauben zusammengehalten werden. E ist der eigentliche, aus feuerfesten Ziegeln bestehende Schacht. Den Raum zwischen den Schachtziegeln und dem eisernen Mantel, füllt man mit Schutt oder Asche aus, um dadurch die Wärmeableitung zu vermindern. Die Heerdsohle über der Bodenplatte kann man aus feuerfestem, mit reinem Quarzsand gemengtem Thon bestehen lassen, den man dergestalt einstampft, daß die Sohle nach dem Punkte wo der Abstich befindlich ist, das stärkste Fallen erhält, damit alles Eisen rein abfließen kann. Man giebt der Bodenplatte vor dem Abstich gern eine Verlängerung, die eine kurze schiefe Ebene bildet, über welcher das flüssige Roheisen abläuft, um dadurch einen Eisenverlust durch Verspritzen zu verhüten. Der Kupolofen den die Zeichnung darstellt, wird mit Koaks betrieben. Der Schacht ist 6 Fuß hoch. Höhere Schächte verbrauchen unbezweifelt weniger Brennmaterial als niedrige; auch werden eine bauchförmige Erweiterung des Schachtes über der Form, so wie die konische Gestalt von dem Kohlensack bis zur Gichtöffnung, zur Kohlenersparung nicht unwesentlich beitragen. Wegen der Schwierigkeiten beim Aufgeben, die bei höheren Kupolöfen größer werden, begnügt man sich bei der Höhe von 6 Fuß für die gewöhnlichen Oefen die mit Koaks betrieben werden. Bei der Anwendung von Holzkohlen trägt dagegen die größere Höhe bedeutend zur Verminderung des Kohlenverbrauches, so wie zu der hitzigeren Beschaffenheit des umgeschmolzenen Roheisens bei, weshalb man bei dem Gebrauch von Holzkohlen nothwendig höhere Kupolöfen anwenden muß, deren Mäntel man aus mehreren übereinander gesetzten Cylindern sehr leicht auf-

führen kann. Solche hohe Kupolöfen müssen schon mit einem Gichtboden versehen seyn. — Die Weite der Schächte muß sich, besonders bei der Anwendung von Koaks, nach der Stärke des Gebläses richten. Man giebt den Schächten in der Formhöhe gewöhnlich eine Weite von 18 bis 22 Zoll, theils um den Schacht bei einer geringeren Weite nicht zu schnell auszubrennen, theils um den Raum unter der Form nicht zu sehr zu verengen, und mehr flüssiges Eisen im Heerde halten zu können. Deshalb ist es aber auch nicht genug zu empfehlen, die Kupolöfen niemals mit einer Form, sondern wenigstens mit zwei gegenüberstehenden Formen zu betreiben, indem sich der Kohlenverbrauch dadurch bedeutend vermindern wird. Die Zeichnungen Fig. 587., 589. und 588. zeigen die Einrichtung der auf der Eisengießerei bei Gleiwitz befindlichen Kupolöfen im Grundriß, im Längendurchschnitt durch beide Formen, und in der vorderen Ansicht. Daß der Mantel hier aus einem im Ganzen gegossenen eisernen Cylinder mit Bodenplatte und Deckplatte besteht, ist Nebensache. Die Oefen sind 8 Fuß hoch. a ist der aus feuerfesten Ziegeln bestehende Schacht; b eine Ausfüllung von Schutt und Asche; c der aus einem Gemenge von Thon und Quarz gestampfte Boden. Die Bodenplatte besteht nur aus einem Ringe, indem die Oeffnung in der Mitte der Bodenplatte denselben Durchmesser hat wie die Sohle des Heerdes oder des Schachtes; d ist eine Ausfüllung von Schutt unter dem Boden, die zugleich zur Abführung der Feuchtigkeit dient; e ist die Abstichöffnung, deren Einrichtung sogleich näher erörtert werden wird, und f sind Formen von Gußeisen. — Wo man zum Umschmelzen graues Roheisen anwendet, welches aus nicht strengflüssigen Beschickungen bei hohen Zustellungen erblasen ist, da darf man es wagen, die Formen sehr hoch über dem Boden zu legen, um recht viel Eisen in dem Ofen halten zu können, wenn schwere Gußstücke angefertigt werden sollen. Man verhütet das Erstarren, oder das

Mattwerden des zuerst niedergeschmolzenen Roheisens dadurch, daß man mehrere Formen in senkrechten Entfernungen von 10 bis 12 Zoll über einander legt, und die jedesmalige unterste Formöffnung mit Thon verschließt, wenn das flüssige Roheisen die Formhöhe erreicht hat, worauf die nächst folgende Form geöffnet wird. Die Zeichnung Fig. 624. zeigt die Einrichtungen bei den Kupolöfen in einer Gießerei in London, deren Schächte gerade nicht musterhaft construirt, aber darauf berechnet sind, daß sie sehr viel Roheisen zum Guß fassen können. In der Gießerei befinden sich drei Kupolöfen neben einander, welche den Wind aus einer gemeinschaftlichen Windleitung erhalten. Von diesen Oefen haben zwei eine Schachthöhe von nur 6 Fuß 7 Zoll, bei einer Weite des Schachtes von 24 Zoll für den einen, und von 36 Zoll für den anderen Schacht. Der dritte Ofen ist sogar nur 4 Fuß 7 Zoll hoch, und 18 Zoll im Durchmesser weit. Dennoch können die Oefen, weil sie mit vier über einander liegenden Formen versehen sind, sobald das Roheisen bis zur Höhe der vierten Forme gestiegen ist, der Ofen A, 70 Centner, der Ofen B, 30 Centner, und der Ofen C, 10 Centner aufnehmen, welche also bei einem Abstich benutzt werden können. — Man hat in neuerer Zeit auch angefangen, die Kupolöfen beweglich einzurichten, d. h. sie auf ein Fundament zu stellen, welches auf einer eisernen Schienenstraße ruht, so daß die mit dem geschmolzenen Eisen angefüllten Oefen, auf den Schienenstraßen, aus einem Arbeitsraum in den anderen gebracht, und bis zu den Dammgruben, in welchen sich die abzugießenden Formen befinden, vorgeschoben werden können. Bei großen Entfernungen des Gebläses von den Dammgruben, ist eine solche Einrichtung sehr vortheilhaft.

Der Boden des Kupolofens wird durch die vordere Oeffnung, in welcher sich der Abstich befindet, erst dann eingestampft, wenn das Schachtfutter bereits eingesetzt ist. Dann

wird die Oeffnung wieder mit Ziegeln vermauert, oder mit Thon geschlossen, und nur die eigentliche Abstichöffnung offen gelassen, worauf der Ofen abgewärmt und gefüllt wird. Ein neuer Schacht und ein neuer Boden müssen ziemlich lange abgewärmt werden, damit das Eisen nicht zu matt wird. Deshalb läßt man den Windstrom auch durch die Abstichöffnung hindurchgehen, und schließt diese nicht eher mit einem Lehmpfropf, als bis sich die ersten Tropfen des niederschmelzenden Roheisens auf der Sohle zeigen. Die Koaks giebt man gewöhnlich nach dem Maaß, das Roheisen aber stets nach dem Gewicht auf. Zu einer Koaksgicht kann man etwa $\frac{2}{3}$ Kubikfuß nehmen. So oft eine Gicht nieder gerückt ist, — nach Maaßgabe des Gebläses alle 5 oder 10 Minuten, — wird eine neue aufgegeben. Um der Strengflüssigkeit der Schlacke zu begegnen (welche sich aus dem Sande bildet der dem Roheisen anhängt, so wie aus der Asche der Koaks und aus den abschmelzenden Ziegeln des Schachtfutters), ist es sehr vortheilhaft, von Zeit zu Zeit einige Stücken Kalkstein mit auf die Gicht zu geben, wenn der Ofen schon einige Zeit im Gange gewesen ist, und wenn bereits mehrere Gichten durchgeschmolzen sind. Der Kalkstein zerspringt sehr bald zu kleinen Stükken, und giebt eine flüssige Schlacke, welche mit dem Eisen beim Abstechen ausläuft. Häuft sich dennoch Schlacke an, so stellt man das Gebläse ein, bricht die Vorwand, welche nur aus Lehmsteinen oder gewöhnlichen Ziegeln besteht, auf, reinigt den Heerd von Schlacke, bringt die Vorwand wieder ein, und setzt den Betrieb dann fort. Auf solche Art läßt sich ein Kupolofen eine ganze Woche im Gange erhalten, ohne durch Schlackenanhäufungen gestört zu werden. Die Schächte halten ohne Zusatz von Kalkstein weniger lange, weil bei dem Losbrechen der zähen, an den Wänden fest anhängenden Schlacke, ein Theil des Schachtfutters leicht mit losgerissen wird, welches bei der durch Kalk flüssig gemachten Schlacke nicht der

Fall ist. Gute Schachtfutter müssen 4 bis 5 Wochen lang gebraucht werden können. Das Einsetzen neuer Schächte ist um so beschwerlicher, je enger und höher die Oefen sind. Wenn die Kupolöfen, wie gewöhnlich, nur den Tag über im Betriebe sind, und des Abends niedergeblasen werden; so läßt sich dadurch eine Ersparung an Koaks bewirken, daß man nach dem Niederblasen des Ofens, nach dem Ablassen des Eisens, und nach dem Reinigen des Heerdes von Schlacke, so weit es durch die Stichöffnung möglich ist, ohne die Vorwand aufzubrechen, und ohne die Koaks aus dem Heerde zu räumen, zwei leere Koaksgichten setzt, dann den Ofen mit vollen, d. h. mit dem gewöhnlichen Eisensatz versehenen Gichten füllt, Stich-, Form- und Gichtöffnungen verschließt und bedeckt, und den gefüllten Ofen bis zum folgenden Morgen stehen läßt. Wird dann, selbst nach Verlanf von 12—16 Stunden wieder angeblasen, so erhält man sogleich flüssiges Eisen.

Bei den Kupolöfen welche mit Holzkohlen betrieben werden, muß man, ohne die zur Füllung verwendeten Holzkohlen, zu 100 Pfunden umzuschmelzendem Roheisen, 6—8 Kubikfuß verwenden, wie die Erfahrungen auf mehreren Hüttenwerken gezeigt haben. Nimmt man den Kubikfuß Holzkohlen zu einem Gewicht von $10\frac{1}{3}$ Berliner Pfunden im Durchschnitt an, so erfordern 100 Pfund Roheisen zum Durchschmelzen in Kupolöfen 60—80 Berliner Pfunde Holzkohlen aus Fichtenholz. Dieser Kohlenverbrauch kann jedoch um mehr als um die Hälfte vermindert werden, wenn das Durchschmelzen in 25—30 Fuß hohen Schächten erfolgt. — Bei der Anwendung von Koaks kann man, im mittleren Durchschnitt für die härteren und weicheren Koaks, annehmen, daß 100 Berliner Pfunde Roheisen mit 1,5 rheinl. Kubikfuß (mit Einschluß der Füllung) umgeschmolzen werden können. Das mittlere Gewicht von 1 rheinl. Kubikfuß Koaks ist 31,7 Pfund Preuß., folglich würden 100 Pfund Roheisen zum Durchschmelzen in Kupolöfen

47,6 Pfund Koaks erfordern. Dies stimmt auch sehr genau mit den Erfolgen auf der Sayner Hütte bei Ehrenbreitstein, welche zu 100 Pfunden Roheisen, 45—48 Pfund Koaks im Kupolofen verwendet. Daß die Koaks, im Vergleich mit den Holzkohlen, in den Kupolöfen einen ungleich größeren Effekt leisten als in den Schachtöfen in welchen die Eisenerze reducirt werden, rührt ohne Zweifel daher, weil den mit Koaks genährten Schmelzöfen noch immer zu wenig Wind zugeführt wird.

Der Roheisenverlust beim Umschmelzen in Kupolöfen richtet sich sehr nach dem Gange, nach der Beschaffenheit des Roheisens, und nach der Güte des Brennmaterials. Ein guter, hitziger Gang, bei einer gehörigen Menge und Geschwindigkeit des Windes, gutes graues Roheisen, und gute Kohlen, oder reine Koaks, machen es möglich, das Eisen mit 5½ Prozent Schmelzabgang umzuschmelzen, wobei der Verlust, welcher durch die Verzettelung des Eisens durch die Gießerei entsteht, so wie das Eisen, welches mechanisch in der Schlacke hängen bleibt, mit inbegriffen sind. Weißes Roheisen, ein matter Gang und unreine Koaks befördern den Eisenverlust, und können einen Abgang von 12—25 Prozent veranlassen.

C. Das Umschmelzen des Roheisens in Flammenöfen. Wenn Roheisen auf dem Heerde eines Flammenofens geschmolzen wird, so kann es der Einwirkung der Luft niemals vollständig entzogen werden. Es wird also jedesmal eine Aenderung seines chemischen Mischungsverhältnisses erleiden, die um so größer ist, je weniger die Regeln bei der Erbauung der Flammenöfen befolgt worden sind, von denen in der siebenten Abtheilung geredet worden ist. Je schneller dem Roheisen die Schmelzhitze gegeben werden kann, desto weniger wird der Kohlegehalt desselben vermindert, obgleich durch eine sehr starke und lange anhaltende Hitze, der Verbindungszustand der Kohle mit dem Eisen, nach dem Erkalten des umgeschmol-

zenen Roheisens, verändert werden kann. Weißes Roheisen von übersetztem Gange ist immer ziemlich strengflüssig, und kann daher in Flammenöfen, die eine schnelle und sehr starke Hitze nicht entwickeln lassen, um so weniger umgeschmolzen werden, als es nicht plötzlich in den flüssigen Zustand übergeht, sondern zuerst teigartig wird, in welchem Zustande es die Einwirkung der atmosphärischen Luft im höchsten Grade erfährt, und dadurch immer noch an Strengflüssigkeit zunimmt, so daß es zuletzt kaum möglich seyn würde, es in einen tropfbar flüssigen Zustand zu versetzen. Das weiße Roheisen mit geringem Kohlegehalt wird also nur dann zum Umschmelzen anzuwenden seyn, wenn es in den Flammenöfen sehr schnell in Fluß gebracht werden kann. Dann wird es nach dem Erkalten als graues Roheisen mit geringem Kohlegehalt erscheinen, und daher würde es zu den mehrsten Gußwaaren ganz vorzüglich geeignet seyn, wenn die außerordentlich hohe Temperatur, welche zur Umwandlung des weißen in graues Roheisen erforderlich ist, und welche in demselben Verhältniß erhöhet werden muß, wie der Kohlegehalt abnimmt, nicht ein Hinderniß wäre, dieses Roheisen zum Umschmelzen in den Flammenöfen zu benutzen.

Das weiße gaare Roheisen, so wie das aus leichtflüssigen Beschickungen erblasene graue Roheisen, verhalten sich unter allen Roheisenarten am leichtflüssigsten. Durch schnelle Hitze wird der Kohlegehalt nur unbedeutend vermindert werden. Diese Eisenarten sind daher zum Umschmelzen sehr anwendbar, vorausgesetzt daß sie auf dem Flammenofenheerde einer sehr starken Hitze ausgesetzt werden, damit sie durch plötzliches Erstarren in den Formen weniger geneigt werden sich abzuschrecken, oder in weißes Roheisen umzuändern. Besitzen die Flammenöfen hinreichende Hitzkraft, um das Roheisen schnell in den flüssigen Zustand zu versetzen, so läßt es sich oft wieder umschmelzen, wobei es zwar seine Weichheit behält, aber

immer dichter, fester und strengflüssiger wird. Diese Roheisenart gewinnt daher durch mehrmaliges Umschmelzen an Festigkeit, erfordert aber jedesmal eine höhere Temperatur, und wird zuletzt äußerst strengflüssig. Kann in demselben Verhältniß die Hitze im Flammenofen immer verstärkt werden, so wird das einige male umgeschmolzene gaare Roheisen von leichtflüssigen Beschickungen, allen Roheisenarten vorzuziehen seyn, weil es mit der Weichheit und Geschmeidigkeit einen hohen Grad von Festigkeit verbindet, die es seiner Reinheit von fremden Beimischungen, nämlich dem nur geringen Siliciumgehalt und dem verminderten Gehalt an Kohle zu verdanken hat. — Aber auch zu den Gegenständen die eine vorzügliche Härte erfordern, ist das gaare Roheisen von leichtflüssigen Beschickungen sehr anwendbar. Es muß dann aber nicht wiederholt umgeschmolzen, sondern bei dem ersten Umschmelzen in einer nicht unnöthig zu sehr erhöheten Temperatur, in den Formen plötzlich zum Erstarren gebracht werden.

Das graue Roheisen von sehr strengflüssigen Beschickungen, bei engen und hohen Zustellungen erblasen, verhält sich wie das öfter umgeschmolzene graue Roheisen von leichtflüssigen Beschickungen, nur daß es, wegen seines größeren Siliciumgehaltes, eine, oft bedeutend geringere Festigkeit besitzt. Das Roheisen erleidet durch Umschmelzen in starker Hitze, — die es nothwendig immer erfordert, um tropfbar flüssig zu werden, — die geringste Veränderung im Flammenofen, weshalb es auch zu den mehrsten Gußwaaren, von denen man Weichheit, Geschmeidigkeit und einen gewissen Grad von Festigkeit verlangt, vorzüglich anwendbar ist.

Es ergiebt sich hieraus, daß alle Roheisenarten durch das Umschmelzen in Flammenöfen an Weichheit und zugleich an Festigkeit gewinnen, daß es aber durchaus nothwendig ist, die Verhältnisse der Rostfläche zum Heerde, und die des Rostes zu der Fuchsöffnung, so wie zum Essendurchschnitt, so zu wäh-

len, daß der höchstmögliche Grad von Hitze in den Flammenöfen entwickelt werden kann, weshalb diese Oefen auch immer mit sehr hohen Essen versehen werden müssen. Der Verlust an Eisen wird bei allen Roheisenarten durch das Umschmelzen in den Flammenöfen um so größer seyn, je längere Zeit das Eisen im weißglühenden Zustande verweilen muß, ehe es, wegen Mangel an zureichender Heitzfähigkeit des Ofens, in den flüssigen Zustand gelangt, — und je länger es im geschmolzenen Zustande der unmittelbaren Einwirkung des Hauptluftstroms ausgesetzt bleibt. Aus dem letzten Grunde geben auch diejenigen Flammenöfen, deren Heerde eine solche Neigung gegen den Horizont haben, daß sich die geschmolzene Masse in einem Sumpf, dem Feuerraum gegenüber, ansammeln muß, zu dem größten Eisenverlust Veranlassung. Das sogenannte Schaaleneisen, — Schaalen oder Kuchen von halb gefrischten, halb verschlackten Eisenmassen, — entsteht immer nur dann, wenn das Roheisen vor dem Flüssigwerden lange in der Weißglühhitze im Ofen liegen muß. Solche Massen werden in Oefen mit einem schnellen und starken Luftzuge nicht entstehen. Sie bilden sich, durch langsames Einschmelzen, vorzüglich bei dem weißen Roheisen, indem sich das graue Roheisen mehr verschlackt als es in den gefrischten Zustand übergeht.

Das in den Flammenöfen umzuschmelzende Roheisen sollte weder in zu dicken, noch in zu dünnen Stücken angewendet werden; am nachtheiligsten ist es aber, wenn dicke und dünne Stücke gleichzeitig umgeschmolzen werden. Dicke Massen schmelzen langsam, und müssen der Glühhitze lange ausgesetzt bleiben, ehe sie in Fluß kommen, so daß das Eisen zunächst der Oberfläche schon eine Veränderung seines Zustandes erleidet, ehe die Masse die zum Schmelzen erforderliche Hitze angenommen hat. Dünne Stücke bieten dem Luftstrom zu viel Oberfläche dar, und hemmen, wenn sie flach und plattenartig sind, und daher dicht über einander liegen, den Durchgang der

Flamme, vermindern also die Heitzkraft des Ofens. Ist man genöthigt, dickere und dünnere Stücken gleichzeitig umzuschmelzen, so müssen die letzteren unten auf der Heerdsohle, die dikken aber über ihnen, zunächst am Ofengewölbe liegen, wo die Hitze am größten ist. Eben deshalb muß das strengflüssige graue Roheisen auch oben, das leichtflüssigere weiße unten eingesetzt werden, wenn man graues und weißes Roheisen gleichzeitig umzuschmelzen hat. Bei dem Eintragen des Eisens in die Oefen, welche mit stark geneigten Heerden versehen sind, darf das Eisen weder zu dicht, noch zu sperrig über einander gelegt werden, auch ist es anzurathen, die unterste Lage nicht unmittelbar auf den Heerd, sondern auf eine Unterlage von Ziegeln zu legen, damit der Heerd erhitzt wird. Bei Oefen mit horizontalen Heerden ist das Einsetzen leichter, weil es über den ganzen Heerd vertheilt werden kann, wogegen es bei den Oefen mit geneigten Heerden der Brücke möglichst nahe liegen muß, damit kein kaltes Eisen im Sumpfe bleibt. Bei dem Schmelzen selbst hat man das Zuströmen der äußeren kalten Luft durch das Schürloch im Feuerraum, und durch die zum Heerde führende Einsetzthür, durch das sorgfältigste Verschließen beider Oeffnungen zu verhindern. Das Schüren (Nachtragen des Brennmaterials) muß daher auch rasch erfolgen, und es muß stets dahin gesehen werden, daß der Rost nie von glühenden Kohlen entblößt wird, weil sonst zu viel unzersetzte Luft in den Ofen treten würde. Es darf aber auch nicht zu viel Brennmaterial mit einem male auf den Rost getragen werden, weil dadurch eine zu bedeutende Abkühlung entstehen würde. Unter dem Rost muß es immer stark leuchten, sonst ist er verstopft, und muß mit dem Rosträumer sogleich gereinigt werden. Das Einsetzen des Roheisens in einen ganz kalten Ofen ist immer ein fehlerhaftes Verfahren. Der Ofen muß vor dem Besetzen mit Eisen nach und nach in Weißglühhitze gebracht, alsdann die Klappe auf der Essen-

mündung geschlossen, das Roheisen schnell eingesetzt, und die Einsetzthüre dicht verschlossen werden, worauf man das Eisen in dem überall dicht verschlossenen Ofen erst rothglühend werden läßt. Dann wird die Essenklappe wieder ganz geöffnet, frisches Brennmaterial auf den Rost getragen, und das Roheisen mit möglichst raschem Feuer niedergeschmolzen.

Die Masse welche zum Heerde angewendet wird, muß im höchsten Grade feuerbeständig, und nicht geneigt seyn sich zu verschlacken. Wo man recht reinen Flußsand erhalten kann, wird man sich desselben mit großem Vortheil bedienen. Auch jeder andere reine Sand, der aber durch Wasser noch mehr gereinigt werden muß, ist sehr anwendbar. In Ermangelung des Sandes muß man die Kosten nicht scheuen, reinen Quarz zu brennen und zu pochen, um sich reinen Heerdsand zu verschaffen. Dieser Heerdsand, welcher den eigentlichen Schmelzheerd bildet, wird über den ganzen Heerd etwa 2 Zoll hoch aufgetragen. Unter demselben kann jedes thonig quarzige Material angewendet werden. Gut ist es, wenn die Unterlage des Heerdes nicht aus fester Mauerung oder aus fest gestampftem Lehm, sondern aus mehr locker liegenden Materialien besteht, die das Abziehen der Feuchtigkeit befördern. Ein 2 Zoll hoher Quarzsandheerd hält 6—8 Schmelzungen aus; alsdann nimmt man die Kruste, welche sich oben gebildet hat, weg, und erneuert die Oberfläche durch frischen Sand. Das niedergeschmolzene Roheisen ist immer mit etwas Schlacke bedeckt, welche theils durch das Abschmelzen des Heerdes und des Gewölbes, theils durch die Asche des Brennmaterials, welche der Luftzug über den Heerd wirft, theils durch die Verschlackung eines Theils Eisen, gebildet wird. Das eingeschmolzene Eisen wird entweder bei geschlossenen Oefen durch eine Stichöffnung abgelassen, und in die Formen geleitet, wobei die das Eisen bedeckende Schlacke mit abfließt, und in einem vor der Stichöffnung anzubringenden Sumpfe, worin sich das flüssige Ei-

sen sammelt, abgezogen wird; oder es wird mit Gießpfannen aus dem Sumpfe vom Flammenofenheerde geschöpft, wobei die Schlacke vorher im Ofen gehörig abgezogen wird. Im letzten Fall muß die Esse ganz vollkommen geschlossen seyn, um den Luftzug möglichst zu verhüten. Der Rost bleibt beim Ausschöpfen mit Brennmaterial bedeckt, damit das Eisen nicht matt wird. Gestattet es der Betrieb der Gießerei, den Ofen gleich nach erfolgtem Niederschmelzen und Abstechen oder Ausschöpfen des Eisens aufs Neue zu besetzen, so ist das Schmelzen in den Flammenöfen erst eigentlich recht vortheilhaft, weil sich der Ofen schon in starker Hitze befindet.

Gewöhnlich bedient man sich der Steinkohlen als Brennmaterial. Wendet man Holz und Torf an, so müssen diese sehr trocken, und das Holz muß in besonderen Trockenöfen getrocknet seyn. Welche Veränderungen in der Construktion der Flammenöfen zu treffen sind, je nachdem Steinkohlen, Holz oder Torf gebraucht werden, ist schon in der siebenten Abtheilung gezeigt worden. Der Brennmaterialienverbrauch ist von der Construktion und Größe des Ofens, von der Beschaffenheit des umzuschmelzenden Roheisens (dessen größere oder geringere Schmelzbarkeit einen sehr großen Einfluß ausübt), und von der Beschaffenheit des Brennmaterials selbst, so sehr abhängig, daß sich darüber kaum eine zuverläßige Bestimmung geben läßt. 100 Preuß. Pfunde Roheisen erfordern, je nachdem die Umstände verschieden sind, bald 1,2, bald 1,8, und vielleicht noch mehr Kubikfuß Steinkohlen, also zwischen 66 und 100 Pfund. Sehr leichtflüssiges Roheisen wird sich, unter vortheilhaften Verhältnissen, vielleicht mit der Hälfte seines Gewichtes an Steinkohlen umschmelzen lassen. Von trocknem Kiefernholz werden 7—10 rheinl. Kubikfuß erfordert (also 140—200 Pfund etwa) um 100 Preuß. Pfunde Roheisen im Flammenofen zu schmelzen. Von gutem, trocknem Torf sollen, um einen gleichen Effekt hervorzubringen, 15—16 Ku-

bikfuß erforderlich seyn. — Der Eisenverlust beim Umschmelzen in Flammenöfen hängt ebenfalls von der Beschaffenheit des Eisens und von der Heitzkraft des Ofens ab. Im Sommer und bei einer sehr erwärmten Luft erfolgt die Schmelzung langsamer als im Winter, und deshalb sind, unter gleichen Umständen, Eisenverlust und Brennmaterialienverbrauch im Sommer größer als im Winter. Ein großer Theil des Verlustes wird freilich auch durch Verzettelung von Eisenkörnern herbeigeführt, und fällt der Gießerei zur Last. In den Oefen mit stark geneigten Heerden ist der Schmelzverlust, unter übrigens gleichen Verhältnissen, jederzeit um mehr Prozente größer, als in den Oefen mit flachem Heerd. Unter günstigen Umständen läßt sich das Umschmelzen mit einem Verlust von 5 Prozent bewerkstelligen; oft steigt er aber bis 8 und 9 Prozent und noch höher. Die Flammenöfen mit doppeltem Gewölbe, die man in neuerer Zeit angewendet hat, sollen vorzüglich günstige Resultate geben, indem sie weniger Brennmaterial verbrauchen, und einen geringeren Roheisenverlust veranlassen. Dies ist auch sehr wahrscheinlich, weil das Roheisen in solchen Oefen der stärksten Schmelzhitze ausgesetzt ist, und weil es der Einwirkung der Flamme nach erfolgter Schmelzung am vollständigsten entzogen wird.

Die Gewölbe über dem Feuerrungsraum und dem Heerde der Flammenöfen stehen gewöhnlich ganz unbedeckt. Besser ist es, sie mit Sand zu beschütten, und dadurch die Wärmeableitung an die Atmosphäre zu vermindern. Die Seitenmauern welche den Feuerungsraum und den Heerd begränzen, werden durch geschmiedete Anker, oder durch gegossene eiserne Platten zusammengehalten. Man erspart an Mauerung bei den Oefen, und besonders bei den Essen, wenn man, wo es angeht, zwei Flammenöfen neben einander legt. Die Zeichnungen Fig. 625. bis 638., welche verschiedene Flammenöfen darstellen, bedürfen nur einer kurzen Erläuterung.

In den Zeichnungen Fig. 627 — 630. sind die auf der Saynerhütte bei Ehrenbreitstein erbauten Flammenöfen dargestellt, in welchen das Roheisen für den Gießereibetrieb mit Steinkohlen umgeschmolzen wird. Von den dort vorhandenen Flammenöfen liegen immer zwei an einer gemeinschaftlichen Esse, wobei aber, wie sich von selbst versteht, jedem Ofen sein besonderer Essenschacht zugetheilt ist. Die Höhe der Essen von der Hüttensohle bis zur Mündung des Essenschachtes beträgt 68 Fuß. So wie die beiden Essenschächte, so haben auch die beiden Flammenöfen eine gemeinschaftliche Seitenwand. Die Oefen stehen dergestalt unter den Essen, daß die Fuchsöffnungen unmittelbar mit dem Essenschacht verbunden sind. Deshalb ruhen die Essen auch auf (hohlen) gegossenen eisernen Säulen, deren unmittelbare Unterlage gußeiserne Platten sind, mit welchen das massive Fundament der Essenmauer bedeckt ist.

Fig. 627. ist der Horizontaldurchschnitt von beiden mit einander verbundenen Flammenöfen, in der Höhe der Heerdsohle nach der Linie EF. Fig. 628. ist der senkrechte Längendurchschnitt von einem Flammenofen nach GH. Fig. 630. giebt die Seitenansicht des Ofens, und Fig. 629. eine vordere Ansicht auf der dem Rost entgegengesetzten Seite. Die Futtermauern des Ofens sowohl, als die der Esse, bestehen aus feuerfesten Thonziegeln. Zu der äußeren Essenmauer, und zu der Mauerung zwischen dem Ofenfutter und dem eisernen Mantel welche nur zur Ausfüllung dient, sind gewöhnliche Mauerziegel angewendet. Der eigentliche Schmelzheerd besteht aus einer 8 Zoll starken Lage von Sand, durch welche zugleich die Größe der Fuchsöffnung regulirt wird. Wenn das geschmolzene Eisen nicht ausgeschöpft, sondern abgestochen werden soll, so wird der Sanddamm mit einer Brechstange durchstochen, und der Heerd erhält dann eine geringe Neigung von der Feuerbrücke bis zur Abstichöffnung. Auf den Zeichnungen sind gleiche Gegenstände mit gleichen Buchstaben bezeichnet. Die

Dimensionen ergeben sich unmittelbar aus den Zeichnungen, auf welchen bezeichnen:

a. 9 Tragesäulen, mit ihrem gußeisernen Tragerahmen b, den Tragebalken c mit der Tragerippe d, und die darüber aufgerichtete Esse e.

f. Die beiden Füchse.

g. Luftkanäle zur Abführung der Feuchtigkeit im Essenfundament.

h. Die Abstichöffnung unter dem Fuchs.

i. Kreuzkanäle unter dem Ofen zur Ableitung der Feuchtigkeit.

k. Die Feuerbrücke.

l. Gußeiserne Ankerplatten, welche die langen Seiten der Flammenöfen und die Stirnmauer derselben über dem Rost, vermittelst gußeiserner Verbandplatten m und schmiedeeiserner Ankerstäbe und Schließkeile n, dergestalt zusammenhalten, daß man jeden Ofen für sich auseinander nehmen, abbrechen und wieder erneuern kann.

o. Das Schürloch.

p. Der Rost.

q. Die Einsetzthüre, welche eine bewegliche gußeiserne Sohlbank besitzt.

r. Die darunter befindliche Stichöffnung, welche auch zugleich dazu dient, die letzten Rückstände aus dem Ofen zu entfernen, wenn das niedergeschmolzene Roheisen mit Gießkellen aus dem Heerde genommen, und nicht sämmtlich abgestochen wird.

Weniger vortheilhaft, aus schon früher entwickelten Gründen, sind die Flammenöfen mit stark geneigten Heerden, bei welchen das geschmolzene Eisen sich in einem, dem Rost gegenüber befindlichen Sumpf ansammelt, und bei denen die Fuchsöffnung entweder aus dem Gewölbe, oder aus einer Seitenwand des Ofens ausmündet. Einen Flammenofen von sol-

cher Einrichtung stellen die Zeichnungen Fig. 632. im Grundriß, oder im Horizontaldurchschnitt nach IK, Fig. 631. im senkrechten Durchschnitt nach LM, und Fig. 633. in der Seitenansicht dar. In diesem Flammenofen, welcher auf der Eisengießerei bei Gleiwitz in Oberschlesien errichtet ist, können mit einem male etwa 50 Centner Roheisen umgeschmolzen werden. Als Brennmaterial werden Steinkohlen angewendet. Auf den Zeichnungen sind:

a. Futtermauern aus feuerfesten Thonziegeln.
b. Der aus lockerem Sand bestehende Schmelzheerd.
c. Eine Schlacken-Ausfüllung.
d. Die Einsetzöffnung.
e. Eine vor dem Schöpfloch befindliche und dasselbe verschließende, mit Lehm bekleidete Thür, in welcher sich eine kleine Oeffnung befindet, die mit einem Thonpfropf zugemacht wird, um den Zustand des Roheisens im Ofen zu beobachten.
f. Der Fuchs.
g. Das Schöpfloch, wenn das geschmolzene Roheisen mit Kellen aus dem Ofen genommen werden soll.
h. Die Abstichöffnung, welche mit Sand verschlossen ist.
i. Gegossene eiserne Anker, welche die Mauerung des Ofens zusammen halten.
k. Das Schürloch, oder die zum Rost führende Oeffnung.

Ganz besonders zweckmäßig zum Umschmelzen des Roheisens sind diejenigen Flammenöfen, die ein doppeltes Gewölbe über dem Heeerde erhalten, und bei welchen der Schmelzheerd so eingerichtet ist, daß das Roheisen beim Einschmelzen durch den heftigsten Flammenstrom schnell in den flüssigen Zustand gebracht, nach erfolgter Schmelzung aber nur der reducirenden und nicht der oxydirenden Flamme des Brennmaterials ausgesetzt wird. Einen solchen Flammenofen stellen die Zeichnungen Fig. 625. im Grundriß nach der Linie AB, und Fig.

626. im senkrechten Durchschnitt nach CD dar. Es ist auf den Zeichnungen:

a. Die Einsetzöffnung, welche vermittelst Thüre und Balancier geschlossen wird. In der Thüre befindet sich eine Oeffnung, die mit einem Thonstein zugesetzt wird, und welche dazu dient, mit Werkzeugen auf den Heerd zu gelangen, um das noch nicht vollständig niedergeschmolzene Roheisen zusammen zu bringen.

b. Eine mit feuerfesten Ziegeln zugemachte Oeffnung, um von dem geschmolzenen Roheisen die Schlacke mit einer Kratze abzuziehen. Diese Oeffnung ist 12 Zoll lang und 4 Zoll hoch, und der unterste Rand derselben liegt fast im Niveau des in dem Heerdsumpf zusammengeflossenen flüssigen Roheisens.

c. Die Feuerungsöffnung, oder das sogenannte Schürloch.

d. Die Abstichöffnung. Sie liegt der mit Thonsteinen zugesetzten Oeffnung b gerade gegenüber, und wird nur durch einen Damm von Sand, der den Schmelzheerd bildet, geschlossen.

x. Der Haupt-Gewölbebogen, welcher aus besonders dazu geformten feuerfesten Ziegeln angefertigt seyn muß. Gegen diesen Bogen lehnen sich die beiden Gewölbe, deren Widerlagen an den Seiten, wie gewöhnlich, die Seitenwände des Ofens sind. Der höchste Punkt des Gewölbes x liegt nur 8 Zoll über dem geschmolzenen Roheisen. Weil dieser Gewölbebogen die volle Einwirkung der Stichflamme erfährt, so muß auch er aus ganz vorzüglich feuerfesten und vorher auf das stärkste gebrannten Thonziegeln angefertigt, und mit der größten Sorgfalt aufgestellt werden.

Der Heerd besteht aus einer etwa 8 Zoll dicken Sandschicht, welche auf eisernen Platten, auf Mauerwerk, oder auf einer bloßen Schlackenausfüllung ruhen kann. Der Rand der

Feuerbrücke liegt nur 3 Zoll höher als das geschmolzene Roheisen, wenn die Oberfläche desselben auf dem tiefsten Punkte des Metallbades (bei der Abstichöffnung) 9 Zoll über der Sohle des Heerdes steht.

Die Seitenwände des Ofens sind mit eisernen Platten eingefaßt, welche durch andere, senkrecht stehende gegossene eiserne Platten zusammengehalten und verankert werden.

Das einzuschmelzende Roheisen wird durch die Oeffnung a auf die nicht stark geneigte Ebene des Heerdes, zunächst der Fuchsöffnung, gebracht. Sobald es tropfbar flüssig wird, sammelt es sich in dem Sumpf unter dem Hauptgewölbebogen x, und wird, nach erfolgter vollständiger Schmelzung, bei d abgestochen. Die Flamme wirkt nur (ganz so wie die Löthrohrflamme) in der Nähe des Fuchses oxydirend, kann also auf das noch nicht geschmolzene Roheisen, wenn die Schmelzung rasch erfolgt, keinen Einfluß ausüben. Sobald das Eisen aber geschmolzen ist, wird es der Einwirkung der oxydirenden Flamme entzogen, indem der Flammenstrom in der Nähe der Feuerbrücke eher desoxydirend als oxydirend wirken würde. Das in dem Sumpf angesammelte geschmolzene Roheisen kann daher durch die Flamme nur eine sehr unbedeutende Veränderung erleiden.

Das Gewölbe des Ofens ist nur über dem Rostraum mit einer Mauerung von gewöhnlichen Ziegeln bedeckt, sonst aber ganz ohne Bedeckung, welche man deshalb nicht gerne statt finden läßt, damit es leichter ausgebessert werden kann. — Diese Flammenöfen verdienen sehr eine allgemeine Anwendung, obgleich sie ein höchst feuerbeständiges Material für die Gewölbe und eine große Sorgfalt bei deren Aufstellung erfordern. Die Stärke des Luftzuges wird, in schon bekannter Art, durch Erweiterung oder Verengerung der Fuchsöffnung, vermittelst eines Dammes von Sand, regulirt. In Staffordshire sind diese Flammenöfen ganz allgemein eingeführt, und man

rühmt von ihnen vorzüglich, Ersparung an Brennmaterial und einen geringeren Verlust von Roheisen, durch Verschlackung, als bei den Flammenöfen mit einfachen Gewölben. Es ist einleuchtend, daß sie die genannten Vortheile auch wirklich gewähren, und daß man in anderen Gegenden von England den Flammenöfen mit einfachen Gewölben nur deshalb den Vorzug giebt, weil das Doppelgewölbe einen außerordentlich feuerbeständigen Thon erfordert, und dennoch schneller und stärker angegriffen wird, als das ungleich wohlfeiler darzustellende einfache Gewölbe.

Die Flammenöfen bei welchen (vorher im Trockenofen getrocknetes) Holz oder Torf angewendet wird, erhalten zwar im Allgemeinen dieselbe Einrichtung, wie die Flammenöfen, bei welchen man sich der Steinkohlen als Brennmaterial bedient; allein sie müssen ungleich größere Rostflächen erhalten. In den Zeichnungen Fig. 634—638. sind die Flammenöfen dargestellt, welche auf der Gießerei zu St. Petersburg zum Umschmelzen des Roheisens mit Holz angewendet werden. Es befinden sich dort zwei Flammenöfen an einer gemeinschaftlichen (84 Fuß engl. oder) 81½ Fuß rheinl. hohen Esse. Die Zeichnung Fig. 635. zeigt zwei neben einander liegende, jedoch nicht mit einer gemeinschaftlichen Seitenmauer versehene Flammenöfen, sowohl im Durchschnitt nach AB, als in der oberen Ansicht. Die Zeichnung Fig. 638. ist der senkrechte Durchschnitt eines Flammenofens nach CD. Fig. 637. die Seitenansicht, Fig. 636. die vordere Ansicht auf der dem Rost entgegengesetzten Seite, und Fig. 634. die hintere Ansicht oder der Durchschnitt nach EFGH.

Der Raum a, welcher mit eisernen Platten bedeckt ist, dient nur dazu, das zur Feuerung bestimmte getrocknete und gespaltene Holz vorräthig zu haben, um es sogleich durch die Oeffnungen b auf den Rost bringen zu können. Diese Oeffnungen müssen mit Thüren versehen seyn, die schnell auf- und

zugeschoben werden können. Man giebt den Roststäben die in der Zeichnung angegebene Lage, damit das gespaltene Holz auf der geneigten Fläche, — bei der bedeutenden Länge und Breite des Rostraumes von 5 Fuß — vollständiger die ganze Rostfläche bedecken kann. Das Gewölbe, die Feuerbrücke und die Seitenwände der Oefen bestehen aus feuerfesten Ziegeln. Die Seitenwände sind mit gegossenen eisernen Platten eingefaßt, welche durch geschmiedete eiserne Anker festgehalten werden. Das Ofengewölbe ist zwar ohne Decke, erhält aber der Länge nach durch geschmiedete eiserne Ankerstäbe, welche nach der Gestalt des Gewölbes gebogen sind, und nach der Richtung der Breite durch eiserne Querstäbe, welche zugleich die Anker für die Seitenwände des Ofens zusammenhalten, einige Befestigung. Der Schmelzheerd besteht aus einer 8—10 Zoll starken Schicht von lockerem Sand, der auf Mauerschutt ruht. Das einzuschmelzende Roheisen wird, wie es bei den Flammenöfen mit geneigten Heerden immer der Fall ist, durch die Einsetzthüre c, in der Nähe der Feuerbrücke, auf den Heerd gebracht, und sammelt sich in dem Sumpf unter der Fuchsöffnung. Die Oeffnung d in der Vorwand des Ofens dient zum Ausschöpfen des geschmolzenen Roheisens; sie ist in gewöhnlicher Art verschlossen, und wird nur beim Ausschöpfen des Roheisens geöffnet. Soll das Eisen aber nicht ausgeschöpft, sondern abgestochen werden, so öffnet man die Stichöffnung e, welche, wie gewöhnlich, durch den Sand des Schmelzheerdes geschlossen ist. Auf diese beiden Oeffnungen wird daher bei der Anfertigung der gegossenen eisernen Platte, mit welcher die Vorwand des Ofens eingefaßt ist, Rücksicht genommen.

Vergleicht man die verschiedenen Verfahrungsarten beim Umschmelzen des Roheisens, so ergiebt sich, daß das Tiegelschmelzen zwar die mehrsten Kosten beim Betriebe, aber die wenigsten in der Anlage erfordert. Es ist jedoch nur bei Gießereien anzuwenden, die kleine Gegenstände anzufertigen haben.

Das Schmelzen in Flammenöfen erfordert hohe und kostbare Essen, und gute feuerbeständige Mauermaterialien. Der Betrieb der Schachtöfen (Kupolöfen) verlangt dagegen bewegende Kräfte für die Gebläsemaschinen, und ist zur Anfertigung von sehr großen und schweren Gußwaaren nicht zureichend, eben so wenig zu solchen Gegenständen, bei welchen große Festigkeit und Härte die vorzüglichsten Bedingungen sind.

Die Stabeisenbereitung.

Nur selten wird das Stabeisen jetzt noch unmittelbar aus den Erzen dargestellt, sondern gewöhnlich aus Roheisen bereitet. Unmittelbar aus den Erzen kann es nur dann erzeugt werden, wenn die Reduction des Erzes unvollständig statt findet; entweder so, daß das schon zur Reduction gelangte Eisen noch gar keine Kohle aufgenommen hat, oder so, daß durch die Einwirkung des noch nicht reducirten Erzes auf das bereits mit Kohle verbundene reducirte Eisen, wieder eine Abscheidung der Kohle bewirkt wird. Daraus ergiebt sich, daß ein großer Theil des Eisengehaltes des Erzes nothwendig verschlackt werden muß, und daß zur Bearbeitung der Eisenerze in den Renn- oder Luppenheerden und in den Stücköfen, nicht alle Eisenerze tauglich sind. Alle Eisenerze die sich entweder wegen ihrer chemischen Mischung, oder wegen der mechanischen, durch die Klaubarbeit nicht abscheidbaren Beimengungen, sehr leichtflüssig verhalten, eignen sich nicht für die Rennheerde. Die Rennarbeit verlangt leicht reducirbare und strengflüssige Erze, weil die zu Ende des Reductionsprozesses zu bewirkende Scheidung des Eisens von der Schlacke nur dadurch bewerkstelligt werden kann, daß der Schlacke die erforderliche Flüssigkeit durch Eisenoxydul gegeben wird. Ganz besonders anwendbar zur Rennarbeit sind aber diejenigen Eisenerze, welche leicht reducirbar sind, und dabei zugleich einen großen Gehalt an

oxydirtem Mangan besitzen. Diese Eisenerze werden sich am vollständigsten reduciren lassen, weil das oxydirte Mangan leichtflüssige Silikate bildet, so daß die zur Scheidung des Eisens von der Schlacke durchaus erforderliche Flüssigkeit der letzteren, durch das oxydirte Mangan bewirkt werden kann, ohne dazu die große Menge Eisenoxydul verwenden zu dürfen, welche bei denjenigen Eisenerzen nothwendig ist, die sehr wenig oder gar kein oxydirtes Mangan enthalten. Leichtflüssige und dabei schwer reducirbare Erze, werden in den Rennheerden und Stücköfen nur wenig Eisen liefern, weil die Reduction einen Grad der Temperatur erfordert, bei welchem das Erz schon geschmolzen oder verschlackt wird. Leicht reducirbare, aber wegen ihrer mechanischen Beimengungen leichtflüssig gewordenen Erze, erfordern Zuschläge um die Schmelzbarkeit zu vermindern. Aber auch bei den leicht reducirbaren und durch ihre mechanischen Beimengungen sehr strengflüssigen Erzen, läßt sich durch zweckmäßige Zuschläge die Verschlackung eines großen Theils des Eisenoxydulgehalts verhindern, wenn man die Zuschläge die Stelle des Eisenoxyduls theilweise vertreten läßt. Nur die ganz reinen oxydirten Eisenerze, oder auch diejenigen Erze, bei denen das oxydirte Eisen mit Wasser und mit Kohlensäure verbunden ist, können in den Rennfeuern allenfalls ohne Zuschläge verarbeitet werden. Enthalten sie mechanische Beimengungen, welche entweder sehr leichtflüssige oder sehr strengflüssige Schlacken bilden, so wird sich, ohne Anwendung von Zuschlägen, nur ein sehr geringer Theil des Eisengehaltes darstellen lassen. Fast ganz unanwendbar werden aber diejenigen Eisenerze seyn, bei denen sich das oxydirte Eisen in chemischer Verbindung mit Körpern befindet, welche die Reduction erschweren, und die Schmelzbarkeit befördern, weil sich die letztere durch Zuschläge nicht in demselben Verhältniß vermindern läßt, als die Reducirbarkeit dadurch befördert werden würde.

Obgleich es also in der Natur des Prozesses liegt, daß

der Eisengehalt der Erze durch die Renn- und Stückofen-Arbeit nur sehr unvollständig gewonnen werden kann, so hat doch die Erfahrung längst entschieden, daß bei diesen unvollkommenen Prozessen das beste und vorzüglichste Stabeisen erfolgt. Der Grund ist darin zu suchen, daß die niedrige Temperatur, in welcher die Reduction nothwendig statt finden muß, unzureichend ist, um auch einen Theil der Kieselerde zur Reduction gelangen zu lassen, so wie darin, daß das wirklich reducirte Silicium, Schwefel, Phosphor u. s. f. durch die Einwirkung des noch nicht reducirten Eisenoxyduls wieder oxydirt und in die Schlacke gebracht werden. Aus denselben Gründen läßt sich, ohne einen sehr großen Eisenverlust, auch nur aus demjenigen Roheisen das vorzüglichste Stabeisen erwarten, welches aus leicht reducirbaren Erzen bei leichtflüssigen Beschickungen und niedrigen Obergestellen erblasen ist.

In der Temperatur in welcher das Stabeisen in den Heerden und Oefen dargestellt wird, kann es nicht in einen tropfbar flüssigen Zustand gebracht werden. Mit dem abnehmenden Kohlegehalt nimmt die Strengflüssigkeit des Eisens zu, und es zieht sich zu einer festen Masse zusammen, die in der Glühhitze alle Eindrücke annimmt, welche ihr von außen gegeben werden. Die Schweißbarkeit des Eisens ist die Veranlassung zur Vereinigung der Eisentheilchen zu einer zusammenhängenden Masse, und jene Eigenschaft des Eisens macht es auch möglich, mehrere getrennte Eisenmassen in der Glühhitze auf das vollkommenste mit einander zu vereinigen. Bei den verschiedenen Methoden welche man anwendet, um das Stabeisen, sey es unmittelbar aus den Erzen, oder aus dem Roheisen, zu erzeugen, nimmt die dargestellte Stabeisenmasse eine sehr verschiedenartige äußere Gestalt an. Man nennt diese Eisenmassen: Luppe, Deul, Stück, Frischstück, Wolf u. s. f., und läßt sie zuweilen zu einem Gewicht von mehreren Centnern, zuweilen nur zu Stücken von wenigen Pfunden schwer an-

wachsen. In dieser unförmlichen Gestalt würde das Eisen zu dem gewöhnlichen Gebrauch in den Schmiede- und Schlosser-Werkstätten nicht füglich angewendet werden können, weil es unbequem und kostbar seyn würde, jedesmal große Massen von Eisen zu erhitzen, wenn nur geringe Quantitäten verarbeitet werden sollen. Nicht deshalb allein, sondern auch weil das Eisen durch einen starken mechanischen Druck gereinigt, nämlich von den mechanisch beigemengten Schlackentheilen befreit wird, schlägt oder drückt man die erhaltenen Stabeisenmassen entweder unter großen Hämmern, oder zwischen zwei Walzen zusammen, und giebt ihnen eine bestimmte Gestalt. Die Reinigung des Eisens von den mechanisch beigemengten Schlacken ist von großer Wichtigkeit, und vermehrt die Festigkeit des Eisens in einem hohen Grade. Je größer die Schweißhitze ist, je verschiebbarer also die Theilchen des Eisens sind, desto vollkommener werden sich die mechanischen Beimengungen von Schlacke und von Glühspan auspressen lassen. Auf der anderen Seite befördern aber auch ein stärkerer und ein zweckmäßig angebrachter Druck, die Absonderung der Schlacke und des oxydirten Eisens, weshalb das in starker Hitze ausgewalzte Stabeisen, unter gleichen Umständen, immer reiner, folglich auch fester und haltbarer ist, als das Eisen welches in geringerem Grade der Hitze, oder auch durch eine geringere Kraft, unter Hämmern, zusammengepreßt wird. Der Einfluß einer stärkeren Erhitzung und eines größeren Druckes, ist so bedeutend, daß davon allein die größere oder geringere Festigkeit des Eisens abhängen kann. — Haben die Stabeisenmassen, welche man durch irgend einen Prozeß erhält, das Gewicht von einigen Centnern, so werden sie im weißglühenden Zustande unter schweren Hämmern vermittelst eines kalten beilartigen Eisens, — des Setzeisens, — geschroten, nämlich in mehrere Stücke getheilt, von denen ein jedes die Größe erhält, welche nothwendig ist, um Stabeisenstäbe von begehrter Länge, Breite und

Stärke, durch das weitere Ausschmieden oder Auswalzen dieser Stücken (Kolben) zu erhalten. Geschieht die Bearbeitung des Eisens unter Walzen, so werden die einzelnen Abtheilungen der noch teigartig erweichten Eisenmasse, nicht größer gemacht, als es die Größe eines einzelnen Kolbens erfordert. Das Zusammenpressen der bei der Stabeisenfabrikation erhaltenen Eisenmassen, das Zertheilen derselben zu Kolben, und das Ausschmieden oder Auswalzen derselben zu Stäben, ist daher ein wesentlicher Theil der Stabeisenfabrikation. Die Gestalt der Stäbe richtet sich nach dem davon zu machenden Gebrauch. Im Allgemeinen unterscheidet man Quadrateisen und flaches Eisen. Je kleiner die Dimensionen sind, welche das Eisen erhalten soll, desto mehr Zeit wird zur Schmiedung erfordert. Bei manchen Frischmethoden, bei welchen das Ausschmieden des erhaltenen Stabeisens, und die Erzeugung desselben, in einem und demselben Heerde geschehen muß, würde man bei sehr feinen Eisensorten mit dem Ausschmieden gar nicht fertig werden; auch erfordern die feineren Eisensorten leichtere Hämmer oder anders eingerichtete Walzen, und deshalb pflegt man die Anfertigung der feineren Eisensorten zuweilen als eine ganz besondere Fabrikation aus den Stabeisenstäben anzusehen.

I. Von der Frischarbeit, oder von der Darstellung des Stabeisens aus Roheisen.

Die Frischarbeit wird entweder in Heerden (die man in Deutschland auch Frischfeuer nennt), oder in Flammenöfen verrichtet. Bei der Frischarbeit in Heerden wird das Roheisen mit Holzkohlen eingeschmolzen, und dem durch ein Gebläse in den Heerd geführten Windstrom ausgesetzt. Bei der Frischarbeit in Flammenöfen wird das Roheisen in einem glühenden Luftstrom auf dem Flammenofenheerde, ohne Zusatz von Kohle, behandelt. Weil der Zweck der Frischarbeit vorzüglich darin

besteht, dem Roheisen den Kohlegehalt zu entziehen, so muß das Frischen in Flammenöfen ein vollkommenerer Prozeß seyn, als das Frischen in Heerden, in welchen die Berührung mit Kohle, welche als Mittel zum Schmelzen des Roheisens dient, gar nicht vermieden werden kann. Dennoch ist das in den Heerden dargestellte Stabeisen oft von größerer Güte, als das in Flammenöfen gefrischte. Das rührt aber nur daher, weil die bei dem Roheisen befindlichen fremdartigen Substanzen (Erdbasen, Schwefel und Phosphor) durch den Luftstrom des Gebläses in den Heerden vollständiger oxydirt werden können, ohne einen so großen Eisenverlust als bei dem Frischen auf dem Heerde des Flammenofens zu erleiden. Roth- und kaltbrüchiges Stabeisen wird durch langes Bearbeiten im Frischheerd zuletzt ziemlich fehlerlos, weil, durch das wiederholte Oxydiren und Reduciren, zuletzt alle Bestandtheile des Eisens, welche leichter oxydirbar oder schwerer reducirbar sind als das Eisenoxydul, abgeschieden werden können. Dies ist auf dem Heerde des Flammenofens nicht möglich, weil keine Kohle zur Reduction des verkalkten Eisens vorhanden ist. Aber auch in den Frischheerden ist die Bearbeitung des Roheisens, welches fremdartige Beimischungen enthält, ohne einen großen Verlust an Eisen nicht ausführbar, und deshalb wird es aus ökonomischen Gründen nicht möglich, aus unreinem Roheisen ein gutes Stabeisen in den Frischheerden darzustellen.

Um die Erfolge bei der Frischarbeit in Heerden und in den Flammenöfen richtig beurtheilen zu können, ist es nothwendig, auf das Verhalten der verschiedenen Roheisenarten in der Glüh- und Schmelzhitze zurück zu gehen. In den Frischheerden befindet sich das Roheisen in Berührung mit Kohle, welche sich mit dem Roheisen, in sofern dieses noch nicht mit Kohle gesättigt ist, bis zum Sättigungspunkt verbinden würde, wenn die Umstände unter denen die Schmelzung erfolgt, einer solchen Verbindung günstig wären. Der Luftstrom des Ge-

bläses wirkt aber oxydirend auf das Eisen, und dieses würde, ungeachtet es mit Kohle umgeben ist, vollständig verschlackt werden, wenn es der Einwirkung des Windes nicht, theils durch die vorhandene Kohle, theils dadurch entzogen würde, daß es dem Hauptwindstrom nur so lange ausgesetzt wird, als es noch einen bedeutenden Kohlegehalt besitzt. Sollte die Verminderung des Kohlegehaltes durch die Gebläseluft erfolgen, so würde dies nur dadurch geschehen können, daß der tropfbar flüssige Zustand des Roheisens vermieden, und daß dasselbe, in einem teigartig erweichten Zustande, der Einwirkung der Luft ausgesetzt wird. Eines solchen Zustandes ist aber das graue Roheisen, und besonders das bei strengflüssigen Beschickungen erblasene graue Roheisen mit einem geringen Kohlegehalt, gar nicht fähig, weil dasselbe plötzlich aus dem starren in den tropfbar flüssigen Zustand übergeht. Zum Verfrischen in den Heerden würde also überhaupt nur das weiße Roheisen mit einem geringen Kohlegehalt, und selbst nicht einmal das neutrale weiße Roheisen, oder das graue Roheisen mit großem Kohlegehalt, welches vorher durch plötzliches Erstarren weiß gemacht worden ist, geeignet seyn. Indem aber das Roheisen über oder auch unmittelbar vor dem Hauptwindstrom in einen mehr oder weniger vollkommen flüssigen Zustand versetzt wird, beschränkt sich die Wirkung der Gebläseluft nicht auf das Verbrennen des Kohlegehaltes des Eisens, sondern dieses wird selbst mit oxydirt, und es werden Silikate mit einem größeren oder geringeren Gehalt an Eisenoxydul gebildet, die wieder auf den noch nicht abgeschiedenen Kohlegehalt des niedergeschmolzenen Eisens wirken. Es sind daher diese Eisenoxydulsilikate (Frischschlacken) welche die Abscheidung der Kohle von dem Eisen vorzüglich bewirken müssen, weil die Gebläseluft zu viel leisten, und das Eisen gänzlich verschlacken würde, wogegen die Wirkung des gebundenen Sauerstoffs in den Frischschlacken, nur auf die Oxydation der Kohle in dem Kohleeisen gerichtet

ist. Diese Einwirkung des gebundenen Sauerstoffs auf das Kohleeisen wird um so stärker, je höher die Temperatur ist, in welcher sich das Eisen befindet. Das, wegen der niedrigen Temperatur, nur teigartig erweichte Eisen, wird nicht so schnell den Einfluß des oxydirten Eisens erfahren als das Roheisen, welches sich durch stärkere Erhitzung in einem flüssigen Zustande befindet. Aber die Wirkung wird auch von der Beschaffenheit der Frischschlacke abhängig seyn, weil eine an Eisenoxydul reichere (gaare) Frischschlacke in einer geringeren Temperatur einen Theil ihres Oxydulgehaltes abgiebt, — also leichter durch die Kohle im Roheisen theilweise reducirt wird, — als die an Eisenoxydul ärmere (rohe) Frischschlacke. Die rohe Schlacke wird daher fast ohne Einfluß auf das geschmolzene oder erweichte Roheisen seyn können, während die gaare Schlacke den Kohlegehalt vermindert, und die Umänderung des Roheisens in Stabeisen bald herbeiführt. Aus diesem sehr bekannten Verhalten des oxydirten Eisens und dessen Silikaten zu dem Kohleeisen, würde die Folgerung gezogen werden müssen, daß sich das gaare Roheisen mit großem Kohlegehalt, und das strengflüssige graue Roheisen mit geringem Kohlegehalt, ungeachtet ihres schnellen und zum Theil plötzlichen Ueberganges aus dem starren in den tropfbar flüssigen Zustand, dennoch eben so gut zum Verfrischen in dem Heerde eignen, als das weiße Roheisen mit geringem Kohlegehalt, welches langsam durch alle Grade der Weichheit hindurch geht, ehe es tropfbar flüssig wird. Durch die Einwirkung der gaaren Schlacken auf das flüssige Roheisen, wird nämlich der Kohlegehalt des letzteren nach und nach so sehr vermindert, daß sich die Masse verdickt, und nun mit gleichem Erfolge wie das weiße Roheisen mit geringem Kohlegehalt der Einwirkung der Gebläseluft ausgesetzt werden kann. Ein solcher Erfolg tritt auch wirklich ein, und durch ihn wird es überhaupt nur möglich, das graue Roheisen und das Spiegeleisen in dem Frisch-

heerde in Stabeisen umzuändern, ohne eine gänzliche Verschlackung des Eisens herbeizuführen. Allein der Prozeß des Frischens wird durch die Anwendung des grauen Roheisens, besonders desjenigen mit geringem Kohlegehalt, bedeutend verzögert, theils weil das im flüssigen Zustande niederschmelzende Roheisen der Einwirkung des Luftstroms zu schnell entzogen wird, theils weil selbst der flüssige Zustand des Eisens im Heerde Veranlassung giebt, daß die Wirkung der gaaren Schlacke nur auf der Oberfläche statt findet, und sich höchst langsam tiefer in die Masse hinein verbreiten würde, wenn man nicht verschiedene Mittel anwendete, die Oberfläche zu verändern, und das schon niedergeschmolzene Roheisen in die Höhe zu heben, und abermals der Wirkung des Windstroms auszusetzen. Je öfter und länger eine solche Bearbeitung nöthig ist, desto mehr Eisen wird oxydirt und verschlackt werden, wovon nur ein geringer Theil durch die im Heerd befindlichen Kohlen wieder reducirt wird. Das graue, oder überhaupt dasjenige Roheisen, welches plötzlich in den tropfbar flüssigen Zustand übergeht (das rohgehende oder rohschmelzende Roheisen) wird daher nothwendig immer mehr Zeit und mehr Kohlen erfordern, und einen größeren Eisenverlust verursachen, als das weiße Roheisen mit geringem Kohlegehalt (das gaargehende oder gaarschmelzende Roheisen). Aber auch durch die Geschwindigkeit und durch die Richtung des Windstroms, wird der Erfolg bei der Frischarbeit sehr modificirt werden. Ein sehr concentrirter und mit starker Pressung in den Heerd geleiteter Windstrom, wird nur das schnelle Niederschmelzen des Roheisens herbeiführen, ohne auf die Entkohlung desselben zu wirken. Ein mehr vertheilter Wind mit einer geringeren Geschwindigkeit, wird mehr zur Entkohlung des Eisens beitragen, weil er weniger leicht einen tropfbar flüssigen Zustand des Roheisens herbeiführt, also das Niederschmelzen desselben vor der Form verzögert. Ein horizontaler Windstrom

wird zwar im Augenblick des Niedergehens des Eisens vor der Form, stärker auf den Kohlegehalt wirken, als ein in den Heerd geneigter Windstrom; aber dieser wird wieder die Entkohlung im Heerde, nach dem erfolgten Niederschmelzen, kräftiger bewirken können, als jener. Das rohschmelzende Roheisen wird also einen mehr geneigten Windstrom und Wind von geringerer Geschwindigkeit erfordern, als das gaarschmelzende Roheisen, und man wird überhaupt die Geschwindigkeit des Windes in demselben Verhältniß vermindern müssen, je mehr das Roheisen geneigt ist, plötzlich in den tropfbar flüssigen Zustand überzugehen. Erst dann wenn sich der Kohlegehalt des Eisens so vermindert hat, daß es im hohen Grade strengflüssig geworden ist, wird ein heftiger Windstrom die Abscheidung der letzten Antheile Kohle befördern.

Wenn daher die Abscheidung der Kohle der einzige Zweck der Frischarbeit ist, so wird das weiße gaarschmelzende Roheisen zum Verfrischen das anwendbarste seyn, und selbst das durch plötzliches Erkalten weiß gewordene Roheisen, wird dem grauen Roheisen mit demselben Kohlegehalt vorgezogen werden müssen, weil es weniger geneigt ist, den tropfbar flüssigen Zustand plötzlich anzunehmen. Aber durch die Frischarbeit sollen auch die zufälligen Bestandtheile des Roheisens abgeschieden werden, und dieser Zweck kann bei dem gaarschmelzenden Roheisen, ungeachtet es in der Regel weniger fremdartige Bestandtheile enthält, nicht so vollständig erreicht werden, als bei dem rohschmelzenden Roheisen. Man wird daher genöthigt seyn, der Neigung des weißen Roheisens zum Gaargange durch solche Mittel entgegen zu arbeiten, durch welche der Uebergang in Stabeisen verzögert wird. Dadurch wird man aber, bei der Anwendung des gaarschmelzenden Roheisens, nicht allein alle Vortheile verlieren, welche der Gaargang darbietet, sondern man wird sogar gezwungen, den Prozeß absichtlich zu verzögern, mehr Zeit und Kohlen anzuwenden, und sich ei-

nem größeren Eisenverlust zu unterwerfen, als wenn man Roheisen anwendet, welches schon von Natur zum Rohgange geneigt ist. Darin liegt auch der Grund, weshalb man sich des grauen Roheisens bedient, wenn dasselbe aus nicht gutartigen (Schwefel und Phosphor haltenden) Erzen erzeugt wird, oder wenn man Roheisen zum Verfrischen anwenden muß, welches bei strengflüssigen Beschickungen in hohen Obergestellen erblasen ist. Alles Roheisen hingegen welches aus gutartigen Erzen, bei leichtflüssigen Beschickungen und in niedrigen Obergestellen erhalten wird, macht die absichtliche Verzögerung des Frischprozesses in den Heerden ganz überflüssig, und wird mit desto größeren Vortheilen verfrischt werden können, je mehr es sich von dem mit Kohle gesättigten Zustande entfernt. Das luckige Roheisen und die demselben sich nähernden blumigen Flossen, sind das beste Material für die Frischfeuer. Aber auch selbst das leichtflüssige graue und durch plötzliches Erstarren weiß gemachte Roheisen, wird noch mit günstigem Erfolge in den Heerden verfrischt werden können, und ungleich anwendbarer dazu seyn, als wenn es durch langsames Erstarren grau geblieben ist. Die Vorzüge der hohen und weiten Oefen vor den niedrigen und engen, sind bekanntlich so überwiegend, daß die letzteren schon immer mehr verdrängt werden. Daher wird es aber auch immer weniger möglich, luckiges oder demselben sich näherndes Roheisen zu erblasen, und man wird, auch bei den gutartigsten Erzen und bei leichtflüssigen Beschickungen, zu einem gaaren, oder von demselben sich doch nicht weit entfernenden Gange der Oefen, selbst bei der Anwendung von Holzkohlen, genöthigt. Deshalb wird auch, mit seltenen Ausnahmen, nur gaares, im Frischheerde mehr roh- als gaarschmelzendes Roheisen, für den Frischprozeß angewendet werden können. Das Weißmachen desselben, in sofern es nicht schon als weißes gaares Roheisen erblasen werden kann, durch plötzliches Erstarren, ist allerdings, wie schon erwähnt, ein recht gutes

und einfaches Mittel, dies graue Roheisen für den Frischprozeß anwendbarer zu machen; allein mit noch besserem Erfolge wird das Verfrischen geschehen, wenn mit dem Weißmachen zugleich eine Verminderung des Kohlegehaltes des Roheisens vor dem Verfrischen, verbunden, und das Roheisen dadurch dem Zustand der luckigen Flossen nahe gebracht wird. In mehreren Gegenden wird das zum Verfrischen in Heerden bestimmte Roheisen wirklich auf die erwähnte Art für den Frischprozeß vorbereitet, indeß hängt es von manchen Lokalumständen ab, ob diese Vorbereitungsart mit ökonomischen Vortheilen geschehen kann, oder ob man genöthigt ist, die Vorbereitung bloß auf das Weißmachen durch plötzliches Erkalten, ohne Verminderung des Kohlegehaltes des Roheisens, zu beschränken, und sich den roheren Gang bei der Frischarbeit gefallen zu lassen.

Die Frischarbeit im Flammenofen entbehrt des Vortheils, einen Theil des durch den Luftstrom oxydirten Eisens wieder zur Reduction gelangen zu lassen, so wie überhaupt des Vortheils den die Holzkohle in den Heerden gewährt, indem sie die zu starke Verschlackung des Eisens durch den Windstrom verhindert. Es folgt daraus, daß bei dem Frischprozeß im Flammenofen eine große Vorsicht nöthig ist, um das Roheisen einem zu starken Luftzuge, welcher nur eine Verschlackung des Eisens veranlassen würde, nicht auszusetzen. Je höher der Grad der Hitze im Flammenofen, und je stärker daher der Luftzug ist, desto mehr wird die Verschlackung herbeigeführt, wenn zu viel unzersetzte atmosphärische Luft an das Eisen tritt. Zwar wird alsdann, eben so wie in den Frischheerden, eine Einwirkung der sich bildenden Frischschlacken auf das Roheisen statt finden, aber mit dem großen Unterschiede, daß das Roheisen der Luft im Flammenofen eine ungleich größere Oberfläche darbietet, als im Frischheerde, und daß keine Kohle vorhanden ist, welche die Wirkung des Luftstroms auf das Roheisen unschäd-

lich macht. Das Roheisen wird daher gewissermaßen nur in einem fast ruhenden Luftstrom cementirt werden müssen, damit die Einwirkung des Sauerstoffs der atmosphärischen Luft zum größten Theil auf den Kohlegehalt des Roheisens beschränkt bleibt. Um eine solche Wirkung hervorzubringen, ist es nothwendig, daß sich das Roheisen in einem teigartig erweichten Zustande befindet, bei welchem allein nur eine ununterbrochene Veränderung der Oberfläche möglich ist. Diese Veränderung der Oberfläche ist aber durchaus erforderlich, theils um den Frischprozeß zu beschleunigen, theils um den Eisenverlust zu vermindern, weil der Sauerstoff, sobald der oxydablere Bestandtheil des Roheisens (die Kohle) durch das Cementiren in der glühenden Luft zersetzt worden ist, an das Eisen selbst treten würde, wenn ihm nicht, durch Erneuerung der Oberfläche, wieder Kohle dargeboten würde. Unter allen Roheisenarten besitzt nur das weiße Roheisen mit geringem Kohlegehalt die Eigenschaft, in einer die Schmelzhitze noch lange nicht erreichenden Temperatur, in einen teigartig erweichten Zustand überzugehen. Das gaare weiße Roheisen ist leichtflüssiger, und zu einem schnellen Uebergange in den tropfbar flüssigen Zustand mehr geneigt. Eben so verhält sich das leichtflüssige graue Roheisen, welches durch plötzliches Erstarren weiß geworden ist. Wendet man es im Zustande des grauen Roheisens an, so kommt es auf dem Flammenofenheerde zwar fast plötzlich in einen flüssigen Zustand, allein es wird durch schnelles Abkühlen (durch Begießen mit Wasser) um so leichter geneigt, die Eigenschaften des gaaren weißen leichtflüssigen Roheisens anzunehmen, je geringer der Hitzgrad war, bei welchem es auf dem Heerde des Flammenofens in den flüssigen Zustand versetzt ward. Das graue Roheisen von strengflüssigen Beschickungen ist zum Verfrischen in den Flammenöfen, auch abgesehen von seinem gewöhnlich sehr bedeutenden Siliciumgehalt, am allerwenigsten anwendbar, weil es plötzlich aus

dem starren in den tropfbar flüssigen Zustand übergeht, und weil es in dem hohen Hitzgrade den es zum Schmelzen erfordert, durch plötzliches Abkühlen nicht leicht weiß gemacht werden kann. Bei der Frischarbeit in Flammenöfen, wenn sie mit günstigem Erfolge statt finden soll, ist es daher nöthig, — in sofern luckiges oder blumiges weißes Roheisen aus gutartigen Erzen, unmittelbar vom Hohenofen, nicht zu erhalten sind, — gaares Roheisen mit einem großen Kohlegehalt von leichtflüssigen Beschickungen anzuwenden, und demselben, durch Vorbereitungsarbeiten, einen Theil seines Kohlegehaltes zu entziehen, um es dadurch in den Zustand des luckigen Roheisens zu versetzen. Diese Frischarbeit in den Flammenöfen stimmt mit dem Frischverfahren in den Heerden überein, bei welchem man sich des sehr gaarschmelzenden (unmittelbar aus den Schmelzöfen oder durch Vorbereitungsarbeiten erhaltenen) Roheisens bedient. Es giebt aber noch ein anderes Verfahren bei der Flammenofenfrischarbeit, welches mit dem Verfrischen des grauen Roheisens in Heerden, in sofern verglichen werden kann, als in beiden Fällen die Frischschlacke den Frischprozeß einleiten, und zum großen Theil vollenden muß. Die Anwendung der Frischschlacken macht es möglich, daß man sich bei dem Flammenofenfrischen des grauen Roheisens bedienen kann. Diese Frischmethode ist zugleich einfacher, als diejenige, bei welcher der Luftstrom vorzugsweise, — wenigstens in den ersten Perioden des Prozesses, — das wirkende Mittel ist; allein sie steht, obgleich sie weniger Geschicklichkeit und Aufmerksamkeit erfordert, gegen diese deshalb im Nachtheil, weil sie schlechteres Eisen liefert, indem der gebundene Sauerstoff in der Frischschlacke nicht kräftig genug die Oxydation der dem Roheisen beigemischten fremdartigen Bestandtheile bewirken kann. Man nennt das Verfrischen des Roheisens mit großem Kohlegehalt, bei welchem das Roheisen durch gaarende Zuschläge (Frischschlacke) nach und nach in Stabeisen umgeändert

wird, das Schlackenfrischen, und wendet ein solches unvollkommenes Verfahren dort an, wo man keine andere Vorbereitungsarbeiten mit dem gaaren Roheisen vornehmen will, als allenfalls nur die, es durch plötzliches Erkalten weiß zu machen.

So einfach die hier vorgetragene Theorie des Frischprozesses auch ist, indem sie ganz allein auf das Verhalten des grauen und des weißen Roheisens mit einem großen oder geringen Kohlegehalt, in der Glüh- und Schmelzhitze zurückgeführt werden kann, so schwierig ist doch ihre Anwendung. Mechanische Geschicklichkeit, Gewandtheit und ein geübtes Auge, müssen bei der Frischarbeit mehr thun, als alle Theorie anzugeben vermag. Aus der Theorie werden sich aber die Gründe des Verfahrens, welches bei den verschiedenen Frischmethoden angewendet wird, sehr leicht erklären lassen, so wie es dadurch einleuchtend wird, daß unter allen Verfahrungsarten beim Verfrischen des Roheisens in Heerden, diejenige die vollkommenste ist, welche sich der Frischarbeit in Flammenöfen, die das Verfrischen des weißen Roheisens mit geringem Kohlegehalt bezweckt, am mehrsten nähert. Beide Frischarbeiten sind indeß dadurch wesentlich von einander verschieden, daß das Verfrischen des weißen Roheisens mit einem geringen Kohlegehalt im Flammenofen, ohne Anwendung von Frischschlacken, eine sehr große Uebung des Arbeiters und eine genaue Bestimmung der Temperaturen in den verschiedenen Perioden des Prozesses, erfordert; wogegen das Verfrischen des gaarschmelzenden weißen Roheisens in den Frischheerden, gerade die leichteste und einfachste von allen Frischmethoden im Heerde genannt werden kann. Es ist nämlich nichts weiter nöthig, als das Roheisen in einer gewissen Höhe über der fast horizontal liegenden Form langsam niederzuschmelzen. Das Roheisen wird dabei in einer starken Glühhitze, eben so wie auf dem Heerde des Flammenofens, mit dem Luftstrom des Gebläses cementirt und ent-

kohlt; aber die Holzkohle, mit welcher es umgeben ist, schützt es zugleich gegen eine zu starke Oxydation, die im Flammenofen nur das Braten in einer fast gar nicht bewegten glühenden Luftsäule verhindern kann. Durch das fortgesetzte Braten oder Cementiren nimmt der Kohlegehalt des Eisens dann so ab, daß dasselbe, wenn es vor der Form anlangt, in der heftigsten Schmelzhitze niedergehen kann, ohne wieder in einen flüssigen Zustand zu gerathen.

Die vereinigten Wirkungen der gaaren Zuschläge (des Glühspans, Hammerschlags, der gaaren Frischschlacken) und der atmosphärischen Luft, geben sich beim Frischen des Eisens durch ein Aufbrausen, nämlich durch die Entwickelung von Kohlenoxydgas, welches mit blauer Flamme verbrennt, sehr deutlich zu erkennen. Bei der Heerdfrischerei sind die gaarenden Zuschläge in der ersten Periode des Frischens, wenn das Roheisen noch reich an Kohle und zum Flüssigwerden geneigt ist, am wirksamsten. Neigt sich das Eisen aber schon zur Gaare, so leisten die gaaren Zuschläge nur noch eine sehr geringe Wirkung, und es wird dann nöthig, die vollständige Entkohlung entweder durch den Windstrom aus dem Gebläse welcher (in den Frischheerden) auf das mit glühenden Kohlen umgebene Eisen geleitet wird, oder durch einen sehr schwachen Zutritt von atmosphärischer Luft (in den Flammenöfen) zu bewirken. Deshalb leisten die gaaren Zuschläge auch um so weniger Dienste, je gaarschmelzender das Roheisen ist. — Der Sauerstoff der atmosphärischen Luft hebt die Verbindung der Kohle mit dem Eisen auf eine sehr merkwürdige Weise auf, indem er den Kohlegehalt des Eisens auch in der Mitte der ganzen Masse vermindert, obgleich er nur auf der Oberfläche derselben wirken kann. Indem er nämlich, zuerst unmittelbar, und dann durch das sich auf der Oberfläche des Eisens bildende Oxydul, die Kohle im gasartigen Zustande entfernt, strebt diese sich wieder mit der ganzen Masse des Eisens in

ein Gleichgewicht zu setzen, und wird immer wieder auf der Oberfläche durch den Sauerstoff der Luft und des sich bildenden oxydirten Eisens zerlegt. Es findet hier also ganz dieselbe Art der Erscheinung statt, wie bei der Reduction des oxydirten Eisens durch Kohle, bei welcher der Prozeß nur auf der Oberfläche eingeleitet werden darf, um die Wirkung bis in das Innere des Oxyds fortzupflanzen.

A. Von der Frischarbeit in Heerden.

Die verschiedenen Methoden deren man sich bei dem Verfrischen des Roheisens in Heerden, bei Holzkohlen, bedient, stimmen im Wesentlichen zwar sämmtlich mit einander überein; aber sie weichen in der Behandlung des zu verfrischenden Roheisens, zum Theil auch in den Quantitäten, welche jedesmal zu einem Frischen genommen werden, mehr oder weniger von einander ab. Vorzüglich wird der Unterschied dadurch herbeigeführt, daß bei einigen Frischmethoden nur sehr gaarschmelzendes Roheisen, ohne alle Vorbereitung, bei anderen hingegen ein rohschmelzendes Roheisen angewendet wird, welches man zu dem eigentlichen Frischprozeß auf eine mannigfaltige Weise vorbereitet. Die Vorbereitung findet entweder durch einen besonderen Prozeß statt, oder sie wird durch das Einschmelzen des Roheisens vor dem Frischen, und durch die gleichzeitige Behandlung mit gaaren Zuschlägen bewirkt. Durch das unmittelbare Vorbereiten des zu verfrischenden Roheisens, wird zwar wesentlich an Zeit bei dem eigentlichen Frischprozeß gewonnen; allein sehr oft veranlassen die Vorbereitungsarbeiten einen größeren Verbrauch an Kohlen und an Roheisen, als wenn die Vorbereitungsarbeit mit der Frischarbeit verbunden wird, d. h. wenn das erste Niederschmelzen des Roheisens im Frischheerd die Stelle der besonderen Vorbereitungsarbeit vertritt. Bei diesem Einschmelzen wird das Roheisen mit gaaren Zuschlägen in Berührung gebracht, um durch die Einwir-

kung derselben einen Theil des Kohlegehaltes zu entfernen, und das Roheisen dadurch in den Zustand zu versetzen, daß es, — eben so wie das durch einen besonderen Prozeß vorbereitete, oder wie das keiner Vorbereitung bedürfende gaarschmelzige Roheisen, — über und vor dem Windstrom erhalten werden kann, ohne in den tropfbar flüssigen Zustand überzugehen. Der Frischprozeß, welcher die Anwendung eines sehr gaarschmelzenden Roheisens ohne alle Vorbereitung gestattet, ist zwar immer der vollkommenste, wenn er zugleich wegen der untadelhaften Beschaffenheit des Roheisens ein festes Stabeisen liefert, weil er den geringsten Aufwand an Roheisen und Kohlen veranlaßt; allein der aus dieser Beschaffenheit des Roheisens entspringende Gewinn, ist nur dann als ein wirklicher anzusehen, wenn er dem aus dem Rohgange des Schmelzofens entstehenden Verlust an Eisenerzen und Kohlen, wenigstens gleich kommt. Alle Frischmethoden, welche das Roheisen mittelbar oder unmittelbar zum Verfrischen vorbereiten müssen, werden den höchsten Grad der Vollkommenheit, dessen sie überhaupt fähig sind, dann erreichen, wenn die Vorbereitungsarbeiten mit den geringsten Kosten und mit dem größten Zeitgewinn ausgeführt werden. Darauf haben indeß so viele lokale Verhältnisse Einfluß, daß die Unterlassung besonderer Vorbereitungsarbeiten in einigen Gegenden sehr zweckmäßig erscheinen kann, während sie in anderen als eine große Mangelhaftigkeit des Verfahrens angesehen werden müßte. Bei der Wahl der Verfrischungsmethode in Heerden, und bei der Beurtheilung ihrer Zweckmäßigkeit, kommen besonders die Art des Brennmaterials und die Preise desselben in Betracht. Wo außer den Holzkohlen auch Steinkohlen zu guten Preisen zu erhalten sind, wird es immer zu einer großen Vervollkommnung des Frischprozesses in Heerden gereichen, wenn das Ausschweißen und das Ausstrecken des Stabeisens in Flammenöfen bei Steinkohlen geschieht, und von der eigentlichen Frischarbeit getrennt

wird. Die sämmtlichen bekannten Frischmethoden in Heerden lassen sich folgendergestalt eintheilen:

I. Das Verfrischen mit einmaligem Einschmelzen des Roheisens.

1) Mit einmaligem Einschmelzen ohne alle Vorbereitung des Roheisens.

a. Die Wallonenschmiede, bei welcher jedesmal nur so viel Roheisen als zu einem Kolben erforderlich ist, angewendet, und das Ausschmieden in besonderen Reckheerden vorgenommen wird.

b. Die Löschfeuerschmiede, bei welcher das Ausschmieden in demselben Heerde statt findet.

c. Die Steyersche Einmalschmelzerei.

d. Die Siegensche Einmalschmelzerei.

e. Die Osemundschmiede, bei welcher wenig Roheisen sogleich gaar niedergeschmolzen und ausgeschmiedet wird.

2) Mit einmaligem Einschmelzen und mit Vorbereitung des Roheisens.

Die Bratfrischschmiede.

3) Mit einmaligem Einschmelzen, welches die Stelle der Vorbereitung des Roheisens vertritt, und mit ein- oder mehrmaligem Aufbrechen der eingeschmolzenen Masse.

Die deutsche Frischschmiede, mit allen ihren Varietäten, und zwar:

α. Die But- oder Klumpschmiede.

β. Die Kleinfrischschmiede.

γ. Die Frischschmiede.

δ. Die Suluschmiede.

ε. Die Halbwallonenschmiede.

ζ. Die Anlaufschmiede.

II. Das Verfrischen mit zweimaligem Einschmelzen des Eisens.

1) Mit zweimaligem Einschmelzen in derselben Feuergrube, oder in demselben Frischheerde.

a. Die Müglafrischschmiede.
b. Die Brechschmiede.
c. Die Sinterfrischerei.

2) Mit zweimaligem Einschmelzen in zwei besonderen Feuern.
a. Die Weich- und Hart-Zerrennfrischarbeit.
b. Die Kortitsch- oder Kartitscharbeit.
c. Die Südwalliser Frischarbeit.

Die zusammengesetzteste von diesen Frischmethoden ist die deutsche Frischarbeit, weil sie das Vorbereiten des Roheisens zum Frischen, das Frischen selbst, und gewöhnlich auch das Ausschmieden des gefrischten Stabeisens während des Einschmelzens oder des Vorbereitens des Roheisens, zu verrichten hat. Alle Frischmethoden bedienen sich übrigens einer einfachen Feuergrube, in welche der Windstrom aus einem Gebläse geleitet wird. Diese Feuergrube (Heerd, Feuer) wird gewöhnlich aus gegossenen eisernen Platten (Zacken) mit mehr oder weniger Sorgfalt zusammengesetzt, zuweilen aber auch wohl nur bloß aus Kohlenlösche gebildet, welche durch Mauerwerk zusammengehalten wird. Man stellt die Heerde unmittelbar unter eine Esse, oder versieht sie auch wohl mit einem Mantel, welcher zu einer Esse führt, um die Funken aus dem Hüttengebäude abzuleiten. Um die bei der Frischarbeit entstehende Schlacke aus dem Heerde entfernen zu können, so wie zur größeren Bequemlichkeit bei der Arbeit, legt man die Heerde nicht unter der Hüttensohle in die Erde, sondern man baut sie, nach Art eines niedrigen Ofens, über der Hüttensohle in die Höhe, so daß der Boden des Heerdes gewöhnlich in der Ebene der Hüttensohle liegt. Die oberen Ränder der Heerdgrube stehen, mit Ausnahme des vorderen Randes, welcher ganz frei bleibt, um mit den Werkzeugen bequem im Heerde arbeiten zu können, mit einer horizontalen Fläche von beliebiger Größe in Verbindung, welche häufig mit gegossenen eisernen Platten ausgelegt ist, um Raum für das Roheisen und für die Koh-

len, die bei dem Frischprozeß angewendet werden, aber auch (wenigstens bei einigen Frischmethoden) für die glühenden Kohlen und halbgefrischten Eisenmassen zu erhalten, die in gewissen Perioden des Prozesses aus dem Heerde gehoben, und dann wieder hineingebracht werden. Die Esse, oder den Essenmantel, läßt man auf massiven Gewölben, oder, um den Raum vor dem Heerde weniger zu beschränken, auf steinernen, häufiger auf gegossenen eisernen Säulen, Pfeilern oder Platten ruhen. Die ganze Vorrichtung für einen solchen Heerd nennt man in Deutschland ein Frischfeuer oder eine Frischschmiede, im südlichen Deutschland auch wohl einen Walloß- oder Wallaßhammer (Wälschhammer) und Weichzerrennhammer. Der wesentliche Theil eines jeden Frischfeuers ist immer die Feuergrube, oder der eigentliche Heerd, dem man bei den verschiedenen Frischmethoden auch verschiedene Dimensionen zutheilt. Die übrigen Einrichtungen sind ganz unwesentlich, richten sich nach der Lokalität, und erfüllen, mit mehr oder weniger gefälligem äußeren Ansehen, jederzeit ihren Zweck, wenn sie bei der Arbeit im Heerde nicht hinderlich sind.

1) Die deutsche Frischschmiede. Sie setzt ihre Feuergrube aus gegossenen eisernen Platten zusammen, welche einen viereckigen Kasten bilden. Es gehören dazu eine Bodenplatte (der Frischboden, oder der Boden) und drei oder vier Seitenplatten (Zacken, Frischzacken), je nachdem die vordere Seite des Heerdes mit einer besonderen Platte (Schlackenplatte) eingeschlossen wird, oder die Vorheerdplatte, welche die ganze vordere Seite des Frischfeuers begränzt, zugleich auch zur Begränzung der vorderen Seite des Heerdes dient. Die Seitenplatten stehen auf der hohen Kante gegen einander. Der Vorheerdplatte des Frischfeuers, oder auch dem Schlackenzacken gegenüber, wird der Heerd durch den Hinterzacken oder Aschenzacken begränzt. Man läßt diesen Zacken gewöhnlich

über den Rand des Feuers hervorragen, theils um die durch die Flamme in den Funkenfang getriebene Asche, Sand u. s. f. zurück zu halten, und zu verhindern, daß sie nicht in den Heerd zurück fallen, theils um die Kohlen und die in die Höhe gehobenen größeren und kleineren Eisenbrocken zusammen zu halten, damit sie sich nicht außer dem eigentlichen Feuerraum zerstreuen. Zu beiden Seiten des Vorheerdes geschieht die Begränzung des Feuers durch den Formzacken und den demselben gegenüber stehenden Gichtzacken. Ist ein besonderer Schlackenzacken vorhanden, so muß derselbe mit einem Ausschnitt (Schlackenloch) versehen seyn; vertritt die Vorheerdplatte zugleich die Stelle des Schlackenzackens, so ist der Ausschnitt, welcher mit Kohlenlösche verschlossen wird, in der Vorheerdplatte angebracht. Ueber der Vorheerdplatte liegt eine andere gegossene eiserne Platte (die Schlackenplatte), welche 8—10 Zoll breit ist, und die als Widerlage für die Brechstange bei der Arbeit im Heerde dient. Zum Abkühlen des Feuers befindet sich unter dem Frischboden gewöhnlich eine ausgemauerte Oeffnung (Tümpelloch), welche mit einer gegossenen eisernen Röhre, oder sonst mit einem Wasserkanal in Verbindung steht. Sobald durch lange anhaltende ununterbrochene Frischarbeit die Zacken und der Boden glühend werden, müssen sie durch Wasser, welches in das Tümpelloch geleitet wird, abgekühlt werden. Das Abkühlen ist nothwendig, damit das gefrischte Eisen nicht an den Zacken hängen bleibt. Es wird indeß immer nur nach dem Frischen, wenn der Heerd ziemlich leer, und der Grad der Hitze am schwächsten ist, vorgenommen. Eine feuchte Lage der Heerde muß ganz vermieden werden, weil die Zacken dadurch zu kalt bleiben, wodurch der Frischprozeß bedeutend verzögert, und der Kohlenverbrauch vergrößert wird.

Unter Länge des Heerdes versteht man die Entfernung von der Vorderseite nach dem Hinterzacken, und unter Breite die Entfernung vom Formzacken bis zum Gichtzacken. Beim

Einbauen des Feuers werden zuerst der Form- und der Gichtzacken aufgestellt, und zwischen ihnen der Hinterzacken fest gekeilt. Dann wird der Boden auf weichen Lehm eingelegt. Ist die Bodenplatte kleiner als der von den Zacken begränzte Raum, so hat man nur darauf zu sehen, daß er in die von dem Form- und Hinterzacken gebildete Ecke genau eingepaßt wird, denn die leeren Räume zwischen der Bodenplatte und der Vorderseite, können füglich mit Lehm ausgeklebt, und mit einer Schiene Stabeisen, oder mit schmalen Gußstücken ausgefüllt werden. Eine sehr gewöhnliche Länge des Heerdes ist 32 Zoll, und die Breite 24—26 Zoll. Auf diese Dimensionen kommt es so genau nicht an, weil der eigentliche Feuerraum doch mit Kohlenlösche ausgefüllt wird. Wichtiger sind die Stellung und die Lage der Zacken und des Bodens, so wie die Entfernung des letzteren von der Form. Der Gicht- und Hinterzacken stehen selten senkrecht, sondern neigen sich gewöhnlich aus dem Heerde, weil das Ausbrechen des gefrischten Eisens dadurch erleichtert wird. Dagegen neigt sich der Formzacken gewöhnlich in den Heerd, weil dadurch theils das starke Erhitzen desselben verhütet wird, theils der Form eine bessere Lage gegeben werden kann. Durch das Ueberhängen dieses Zackens in den Heerd, läßt es sich nämlich bewirken, daß die Form etwas zurück gelegt werden kann, oder daß sie nicht so lang über dem Formzacken in den Heerd hinein ragen darf, als es bei einer senkrechten Stellung des Zackens nöthig seyn würde, wodurch sich das Verrücken der Form beim Ausbrechen des gefrischten Eisenklumpens leichter vermeiden läßt. Der Frischboden liegt mehrentheils ganz horizontal. Nur bei sehr rohschmelzendem Roheisen wird er zuweilen bei dem Gichtzakken bis zu einem Zoll höher gelegt, als bei dem Formzacken. Bei sehr gaarschmelzigem Roheisen den Rohgang durch eine tiefere Lage des Bodens bei dem Gichtzacken zu befördern, ist nicht zu empfehlen, weil das Eisen bei der Gichtseite, wo es

ohnehin immer am wenigsten gut ausfällt, noch um so schlechter werden würde. Die Lage und Richtung der Form ist besonders zu berücksichtigen. Man muß sie, sobald sie die angewiesene Lage erhalten hat, durch Verkeilen möglichst befestigen, damit sie sich nicht verrückt, welches bei der vielen Arbeit im Heerde mit Brechstangen, leicht geschehen könnte. Die kupfernen Formen sind die besten, weil sich die Formmündungen bei einer kupfernen Form über dem Formeisen nach Umständen leicht erweitern oder verkleinern lassen. Gaarschmelzendes Roheisen erfordert engere Düsen und Formen als rohschmelzendes Roheisen. Je weiter die Form vom Hinterzacken entfernt, oder je näher sie der Vorderseite ist, desto roher pflegt es, unter übrigens gleichen Umständen, zu gehen. Im entgegengesetzten Fall tritt ein größerer Gaargang ein. Eine sehr gewöhnliche Entfernung der Form vom Hinterzacken ist 9 Zoll. Ist die Richtung der Form nicht dem Hinterzacken parallel, sondern demselben zugewendet, so tritt ein größerer Gaargang ein, und wenn sie umgekehrt nach dem Vorheerde gerichtet ist, so findet, unter gleichen Umständen, ein roherer Gang im Feuer statt. Wie weit die Form in den Heerd hinein ragt, ist an sich sehr gleichgültig, weil das einzuschmelzende Roheisen nach Belieben der Form näher gerückt, oder weiter von ihr entfernt werden kann; allein das weitere Vorragen der Form bewirkt, daß sich der Schmelzpunkt weiter vom Formzacken entfernt, und daß dieser weniger stark erhitzt wird. Deshalb läßt man die Form gewöhnlich 3—3½ Zoll in den Heerd hineinragen. Besonders wichtig ist aber die Bestimmung der Neigung der Form, oder des Winkels den sie mit dem Horizont machen soll (das Stechen der Form), weil dadurch das Einfallen des Hauptwindstroms in den Heerd bestimmt wird. Um die Form genau nach der vorgeschriebenen Neigung einzusetzen, sollte man sich eigentlich des Gradbogens (der Formwaage) bedienen; dies geschieht aber selten, und man begnügt sich mit dem bloßen

Messen mit einem Maaßstabe. Dies geschieht auf die Weise, daß die Tiefe des Feuers (die Entfernung vom Boden bis zum oberen Rande des Formzackens) nach Zollen und Linien gemessen, und der einzusetzenden Form dann eine solche Neigung gegeben wird, daß ihre Entfernung vom Boden bis zur oberen Fläche des Formblattes so viel Theile eines Zolles, als nöthig zu seyn scheinen, geringer wird, wie die Tiefe des Feuers. Diese Bestimmung ist sehr unzuverläßig, weil dabei auch in Betrachtung gezogen werden muß, wie weit die Form in den Heerd hinein ragt, und ob das Formblatt eine ganz söhlige Ebene bildet, wenn die Form auf einer horizontalen Fläche liegt. Die Veränderungen der Neigungswinkel der Formen gewähren das vorzüglichste Mittel, den Gaar- oder den Rohgang im Heerde zu bestimmen. Je stärker die Form gegen den Horizont geneigt ist, desto hitziger (roher) wird das Roheisen eingeschmolzen werden können, aber desto mehr wird der Gaargang nach erfolgtem Einschmelzen befördert. Bei einer söhligen Richtung, oder bei einer geringen Neigung der Form, verhält es sich umgekehrt. Unter Tiefe des Feuers oder des Heerdes wird immer die Entfernung des Bodens von dem oberen Rande des Formzackens verstanden. Soll ein Heerd beim Umbau tiefer oder flacher gemacht werden, so geschieht dies durch Höher- oder Tieferlegen des Bodens. Je tiefer das Feuer ist, desto kälter (roher) ist der Gang der Arbeit. Ein flacheres Feuer bewirkt einen größeren Gaargang. Das strengflüssige graue Roheisen mit geringem Kohlegehalt würde also in einem sehr flachen Heerde verfrischt werden müssen; man ist indeß genöthigt, bei diesem Roheisen den Gaargang nicht zu sehr zu befördern, und daher ein tieferes Feuer anzuwenden, als bei dem leichtflüssigen grauen Roheisen und bei dem Spiegeleisen, oder überhaupt bei dem weißen Roheisen von gaarem Gange aus leichtflüssigen Beschickungen. Alles Eisen welches zum Kalt- oder zum Rothbruch geneigt ist, verträgt

eben so wenig einen zu flachen, als einen zu tiefen Feuerbau. Ist es gaarschmelzend, so sollte der Heerd nie tiefer als 9 Zoll seyn; ist es rohschmelzend, so würde die Tiefe $7\frac{1}{2}$ Zoll betragen, auch wohl 8 Zoll, wenn es bei sehr strengflüssigen Beschickungen in engen und hohen Obergestellen erblasen ist. Die Tiefe des Feuers und die Neigung der Form, oder die Richtung des Hauptwindstroms, stehen immer in einem abhängigen Verhältniß zu einander. Ein flaches Feuer (von 7 Zoll) und ein flacher oder wenig geneigter Wind, würde ein sehr rohschmelzendes graues oder weißes, bei leichtflüssigen Beschickungen erblasenes Roheisen voraussetzen. Zu einem $7\frac{3}{4}$ bis 8 Zoll tiefen Feuer und sehr geneigten Wind, gehört ein rohschmelzendes Roheisen von strengflüssigen Beschickungen, wobei der Gaargang des flachen Feuers durch die Neigung der Form (für die Periode des Einschmelzens des Roheisens oder des Niederschmelzens der aufgebrochenen und halb gefrischten Eisenmassen) wieder aufgehoben, und in einen minder gaaren Gang umgeändert wird Ein tiefes (aber doch höchstens nur $9\frac{1}{4}$ Zoll tiefes) Feuer, und geringe Neigung des Windstroms, würden zu einem gutartigen gaarschmelzenden Roheisen von leichtflüssigen Beschickungen erfordert werden. Ein tiefes Feuer (ebenfalls von 9 Zoll) und sehr geneigter Wind, sind zu einem nicht fehlerlosen gaarschmelzenden Roheisen erforderlich. Auf diesem Feuerbau läßt sich auch das mehrste halbirte Roheisen verfrischen. Die Beschaffenheit der Kohlen ist indeß bei dem Feuerbau ebenfalls zu berücksichtigen, indem harte Kohlen mehr Hitze entwickeln, als weiche. Bei harten Kohlen schmelzt das Roheisen daher roher ein, weshalb man den Feuerbau auch bei harten Kohlen mehr auf den Gaargang einrichten muß, als wenn weiche Kohlen angewendet werden.

Die Windmenge welche einem Frischfeuer zuzutheilen ist, hängt nicht allein von den verschiedenen Zeitperioden des Verfrischungsprozesses, sondern auch von der Beschaffenheit des

einzuschmelzenden Roheisens ab, indem das gaarschmelzende Roheisen, wenn es nicht zu gaar im Heerde niedergehen soll, einen stärkeren Wind erfordert als das rohschmelzende, welches die deutsche Frischschmiede gerne langsamer niederschmelzt. Ein sich stets gleich bleibender Windstrom, den der Betrieb der Schmelzöfen verlangt, ist daher beim Frischfeuerbetriebe nicht anwendbar, und es muß dem Frischer überlassen bleiben, nach Umständen mehr oder weniger Wind zu geben. Vieles kommt dabei auch auf die Verfahrungsart des Frischers an, indem der eine das Roheisen lieber roher einschmelzt, und deshalb beim Einschmelzen einen stärkeren Wind anwendet, als ein anderer, der das Roheisen schon beim ersten Einschmelzen mehr zur Gaare bringt. Bei der eigentlichen Frischarbeit kommt die Beschaffenheit des in die Höhe gehobenen Eisens wieder sehr in Betrachtung, indem man beim Gaargange einen stärkeren Wind anwenden muß, als beim Rohgange, weil im ersten Fall das schnellere Niederschmelzen befördert, im letzten Fall verhindert werden soll. Auch ist die Menge der Luft, welche bei den verschiedenen Perioden des Verfrischens in den Heerd kommen muß, sehr verschieden, weil man zu Anfange der Frischarbeit nicht so viel Wind gebraucht, als am Ende. Man kann im Durchschnitt annehmen, daß ein gutes, rohschmelzendes Roheisen beim Einschmelzen 140—150 Kubikfuß atmosphärische Luft in der Minute erfordert. Zu gaarschmelzendem Roheisen würden 160—180 Kubikfuß erforderlich seyn. Zum Frischen müssen, nach der verschiedenen mehr rohen oder gaaren Beschaffenheit des aufgebrochenen Eisens, anfänglich 200 bis 210 Kubikfuß, und gegen das Ende des Prozesses 240 bis 250 Kubikfuß verwendet werden.

Zuschläge werden bei der Frischarbeit eigentlich nicht angewendet. Nur kaltbrüchiges Eisen hat man durch einen Zusatz von 2—10 Prozent fein gepochtem Kalkstein verbessern wollen. Wirklich ist reiner Kalkstein ein sehr gutes Verbesse=

rungsmittel für das Eisen welches Schwefel oder Phosphor enthält. Vielleicht befördert der Kalk auch die Abscheidung anderer mit dem Eisen verbundener Substanzen; wenigstens wird das Eisen durch einen geringen Kalkzusatz von 2—3 Prozent niemals schlechter, häufig aber besser ausfallen, nur muß der Kalkzusatz nicht kurz vor dem Herausnehmen des gaaren Eisens, sondern sogleich nach dem erfolgten Einschmelzen zugesetzt werden. Ein Kalkzusatz ist vorzüglich bei dem rohschmelzenden Roheisen von strengflüssigen Beschickungen sehr zu empfehlen, weil der Kalk zugleich das Gaarwerden des Roheisens befördert, weshalb er auch bei dem gaarschmelzenden Roheisen weniger anwendbar ist. — Versteht man unter Zuschlägen auch diejenigen Mittel, welche man anwenden muß, um einen zu gaaren oder zu rohen Gang zu vermeiden, so gehören gaare Schlacke und Hammerschlag auf der einen, und Sand auf der anderen Seite hierher. Geht es im Feuer roh, so kann der Frischer häufig den Hammerschlag und eine gute gaare Schlacke (Eisenoxydul=Subsilikat) mit Vortheil anwenden, um einen mehr gaaren Gang zu erhalten, wobei zugleich der Eisengehalt dieser Zuschläge theilweise reducirt, und an Eisen gewonnen wird. Geht es im Feuer sehr gaar, so sieht man sich, um einen roheren Gang zu erhalten, zuweilen genöthigt, reinen Sand in den Heerd zu bringen, welches indeß mit großem Zeit= und Eisenverlust verbunden ist, und immer ein schlechtes Frischverfahren anzeigt. — In gewisser Rücksicht kann man auch das Wasser, womit das Feuer von Zeit zu Zeit begossen wird, mit zu den Zuschlägen rechnen. Der eigentliche Zweck des Begießens ist zwar, das zu schnelle Verbrennen der Kohlen, besonders wenn sie sehr trocken und leicht verbrennlich sind, zu verhindern; allein wenn es sehr roh im Feuer geht, so wird das Eisen durch das Begießen abgekühlt, so daß es nicht so schnell niederschmelzt, folglich dem Winde über der Form länger ausgesetzt bleibt.

Man hat in einigen Gegenden noch eine große Vorliebe für zwei Düsen, durch welche der Wind in den Ofen geführt wird. Die Erfahrung hat aber gezeigt, daß eine Düse vortheilhafter ist, weil der Wind dadurch weniger im Feuer zerstreut wird.

Die Zeichnungen Fig. 641—649. zeigen die Einrichtungen, welche man bei den Frischfeuern gewöhnlich antrifft. Ob die Esse oder der Essenmantel durch ein Gewölbe, oder durch steinerne oder eiserne Säulen, Platten u. s. f. getragen werden, ist eine an sich gleichgültige Einrichtung. Eben so auch, ob man den ganzen Frischheerd, in welchem sich die eigentliche Feuergrube oder der Heerd befindet, mit eisernen Platten einfaßt, oder aus einer Mauerung bestehen läßt, und nur den Heerd vorne durch eine besondere Schlackenplatte schließt. Die Essen versieht man gerne mit Funkenfängen, d. h. mit eingeschobenen eisernen Blechen, gegen welche der abziehende Rauch und die zersetzte Luft gebrochen werden, um dadurch die Funken zurückzuhalten, welche, wenn sie aus der Esse mit fortgetrieben, und durch den Wind weiter geführt werden, die benachbarten Dächer u. s. f. leicht beschädigen könnten.

Die Zeichnungen Fig. 641—645. zeigen die gewöhnliche Einrichtung einer einfachen deutschen Frischesse mit dem Frischheerde, obgleich man sie nicht immer in solcher Eleganz ausgeführt findet. Weil es nämlich nur darauf ankommt, einen Raum für den eigentlichen Frischheerd zu bilden, und diesen unter eine Schlotte oder eine Esse zu stellen, die keinen anderen Zweck zu erfüllen hat, als den Rauch und die Flamme abzuführen, so würde schon eine gewöhnliche gemauerte Grube genügen, die unter irgend einem essenartigen Rauchfange steht, der durch gemauerte oder steinerne Säulen, oder durch ein bloßes Gewölbe getragen wird. Dergleichen einfache und dem Auge wenig ansprechende Einrichtungen trifft man auch noch sehr häufig an. Weil die deutsche Frischschmiede das zu ver-

frischende Roheisen zum Theil in Gestalt von langen Platten (Gänzen) anwendet, welche in dem Frischheerde der Form gegenüber angesetzt, und in dem Verhältniß wie sie wegschmelzen immer wieder nachgerückt und der Form genähert werden; so darf die Esse auf der Gichtseite nicht ganz mit einer Mauer eingeschlossen seyn. Wollte man diese Mauer weit vom Gichtzacken entfernen, so würde man die Esse unnöthig sehr vergrößern müssen. Deshalb wird die Mauer, welche die Esse auf der Gichtseite des Frischheerdes begränzt, mit einer Oeffnung versehen, durch welche die Gänze, wenn sie noch eine beträchtliche Länge haben, durchgesteckt werden. Statt einer einfachen Oeffnung in der Mauer, welche allerdings auch genügen würde, bildet man diese Oeffnung zierlicher durch eiserne Tragplatten, und belegt die Oberfläche des Frischfeuers, auf welcher die Roheisenganz liegt, mit eisernen Platten, welche auch dazu dienen, daß die Kohlen und das Eisen, besonders beim Aufbrechen, nicht mit Sand und Mauerschutt verunreinigt werden. Bei denjenigen Frischmethoden, bei welchen das Roheisen nicht in Gestalt von Gänzen angewendet, sondern in einzelnen Bruchstücken angesetzt wird, oder von der Zange abschmelzt, hat man auf diese Umstände nicht Rücksicht zu nehmen.

Fig. 645. zeigt das Frischfeuer und den Frischheerd im Grundriß, oder vielmehr im söhligen Durchschnitt über der Form, und zwar nach der Linie NOPQ. Fig. 643. ist ein senkrechter Durchschnitt nach der Linie RS, und Fig. 644. ein senkrechter Durchschnitt nach der Linie TU des Horizontaldurchschnitts. Fig. 641. ist die vordere Ansicht des Frischfeuers, und Fig. 642. eine Seitenansicht, und zwar von der Gichtseite des Frischfeuers. Es ergiebt sich aus diesen Zeichnungen ohne weitere Erläuterung die Lage des eigentlichen Frischheerdes unter der Esse, so wie die Verankerung der letzteren, und die Einfassung der Essenmauern mit gegossenen eisernen Platten. Die Essen müssen die Höhe erhalten, daß sie

über der Firste des Frischhüttengebäudes noch bedeutend hervorragen, damit durch die Funken keine Feuersgefahr entsteht. Sehr gut ist es daher auch, die Esse mit Funkenfängen zu versehen, welche aus eisernen Blechen gebildet werden, deren einfache Einrichtung aus der Zeichnung, bei m hervorgeht. Statt den ganzen Heerdraum mit einer Vorheerdplatte (h) einzuschließen, und diesen mit einer breiten Deckplatte (g) zu bedecken, schließt man den eigentlichen Frischheerd auch wohl nur mit einem eisernen Zacken (Schlackenzacken). In der Vorheerdplatte, wo eine solche vorhanden ist, muß auf die Oeffnung zum Ablassen der Schlacke (x) Rücksicht genommen werden, z ist die eiserne Platte, auf welcher die abzuschmelzende und nachzuschiebende Roheisenganz ruht. Der Raum für die Form ist aus eisernen Trageplatten gebildet; häufig besteht er bloß aus einer Oeffnung in der Essenmauer. Die Zusammensetzung des eigentlichen Frischheerdes aus gegossenen eisernen Platten oder sogenannten Zacken, geht aus der Zeichnung hervor. a ist der Boden, welcher auf einer Lehmsohle liegt, die auch den Raum vor der Schlackenöffnung ausfüllt, wenn der Boden nicht groß genug ist. b ist der Formzacken, c der Gichtzacken, d der Aschenzacken. Ueber der Lehmsohle befindet sich das sogenannte Tümpelloch o, welches mit einem flachen Ziegel, oder mit einer dünnen Roheisenplatte bedeckt ist. Es dient bekanntlich zur Abkühlung des Heerdes in gewissen Fällen, zu welchem Zweck es mit einer Röhre in Verbindung steht, durch welche das Wasser hineingeleitet wird.

Wo es die örtlichen Verhältnisse gestatten, legt man gerne zwei (oder auch mehr) Frischfeuer an einer gemeinschaftlichen Esse an. Man versieht dann die Frischheerde oben mit einem Mantel, und verbindet den Raum unter dem Mantel oder über dem Frischheerde, durch Füchse mit der Esse. Weil die Esse nicht, wie bei den Flammenöfen, als Zugröhre, sondern nur als ein Ableitungskanal für Rauch und Flamme dient,

so kann ein und derselbe Essenschacht sehr füglich für 2 und mehr Frischfeuer dienen. Die Zeichnungen Fig. 646 — 649. zeigen die Einrichtung bei zwei an einer gemeinschaftlichen Esse liegenden Frischfeuern, so wie sie auf der Karstenhütte bei Rybnick ausgeführt ist. Die Mäntel über den Heerden sind nicht massiv, sondern sie bestehen, damit sie die Pfeilermauern des Frischfeuers nicht so sehr belasten, aus gewalztem Eisenblech. Fig. 649. ist der Grundriß der Doppelfrischheerde, oder ein Horizontaldurchschnitt in dem Niveau unmittelbar über der Form, nach der durch die Aufrisse 647. und 648. punktirten Linie. Fig. 646. ist ein senkrechter Durchschnitt nach der Linie VW des Grundrisses. Fig. 647. stellt die Frischfeuer in der vorderen Ansicht vor, und Fig. 648. ist eine Seitenansicht, von der Formseite der Frischfeuer. Es bezeichnen auf diesen Zeichnungen:

a. Die mit gegossenen eisernen Platten bedeckte Oberfläche des Frischfeuers, auf welcher die zum Verfrischen bestimmten Roheisengänze ruhen, und welche beim Aufbrechen dazu dient, das halb gefrischte Eisen und die glühenden Kohlen aufzunehmen.

b. Den Gichtzacken des Frischheerdes.

c. Den Hinter= oder Aschenzacken.

d. Den Formzacken.

e. Den Frischboden.

f. Die Schlackenöffnung in der Vorheerdplatte.

g. Die Vorheerdplatte, oder die Deckplatte, durch welche der Frischheerd begränzt wird.

h. Die Form.

i. Die Windleitungsröhre, welche beiden Frischheerden gemeinschaftlich angehört, und welche mit dem Gebläse in Verbindung steht.

k. Die, beiden Heerden gemeinschaftlich angehörende Esse.

l. Füchse, welche die Flamme und den Rauch in die Esse führen.

m. Einen Raum hinter dem Aschenzacken, in welchem sich die aus dem Frischheerde ausgeworfene Asche sammeln kann.

n. Den Mantel aus Eisenblech.

o. Den sogenannten Formkasten, oder dem Raum der zum Einsetzen der Form dient.

p. Lederne Schläuche, welche die Düsen mit der Windleitungsröhre verbinden. Die Menge des Windes für jedes einzelne Frischfeuer wird durch die auf der Zeichnung angedeuteten Ventile regulirt, durch welche der Wind im vorkommenden Fall auch gänzlich abgesperrt werden kann.

q. Gegossene eiserne Platten, welche als Trageplatten für den Mantel dienen.

Die deutsche Frischschmiede wendet das zu verfrischende Roheisen gewöhnlich in der Gestalt von parallelepipedischen Platten von 9 — 10 Zoll Breite, $1\frac{1}{2}$ — 3 Zoll Dicke und von 6 — 8 Fuß Länge an. Diese Platten (Gänze) werden der Form gegenüber auf den Gichtzacken gelegt und der Form in demselben Verhältniß wie sie wegschmelzen wieder näher gerückt. Rohschmelzendes Roheisen wird der Form etwa bis auf 6 Zoll, und gaarschmelzendes bis auf 8 Zoll genähert. Brucheisen d. h. Roheisen von unbestimmter Gestalt und in größern und kleinern Stücken, legt man vorn auf die Ganz und läßt es auf solche Art mit einschmelzen. Bei gaar gehendem Roheisen bringt man auch wohl etwas Brucheisen unmittelbar in den Heerd, allenfalls mit Zusatz von Gaarschlacke. Diese sowohl, als andere gaarende Zuschläge werden gleich beim Einschmelzen immer in den Heerd gebracht, oder sind vielmehr von der vorigen Arbeit noch darin vorhanden. Der Zustand in welchem sich das Eisen nach dem Niederschmelzen im Heerde befindet, bestimmt die Menge der anzuwendenden gaaren Zuschläge. Läßt sich das Eisen mit einem Spieß sehr

flüssig anfühlen, so daß sich sogar der Boden durch das Gefühl dentlich bemerken läßt, so geht es zu roh. Einem solchen Gange hilft man dadurch ab, daß man das Eisen mit einer großen Brechstange beim Gichtzacken etwas in die Höhe hebt, auch allenfalls neue Quantitäten von gaarenden Zuschlägen beim Gichtzacken in den Heerd bringt und das Aufbrechen wiederholt. Fühlt sich das Eisen wie ein weicher Teig an, durch den der Frischboden kaum mittelst des Spießes erreicht werden kann, so ist dies ein Zeichen von einem guten Gange. Kann man aber mit dem Spieß gar nicht durchkommen, sondern läßt sich das eingeschmolzene Roheisen sehr hart anfühlen, so ist der Gang zu gaar und man setzt dann etwas Roheisen unmittelbar in den Heerd. Ehe die Einschmelzarbeit anfängt, muß das Feuer beim Vorheerd mit Kohlenlösche ausgefüttert und diese mit Wasser angefeuchtet werden, damit sie vom Winde nicht fortgetrieben wird. Sollte sich im Heerde nicht eine hinreichende Menge Kohlenlösche von der vorhergegangenen Arbeit befinden, so muß auch in den Heerd Kohlenlösche gebracht und dieser überhaupt durch kleine Kohlen begränzt werden. Das erste Niederschmelzen des Roheisens betrachtet die deutsche Frischschmiede als eine wahre Vorbereitungsarbeit, indem das Eisen dadurch in einen solchen Zustand versetzt werden soll, daß es nach dem Aufbrechen lange über und vor dem Winde verweilt, ohne wieder im flüssigen Zustande nieder zu schmelzen; aber auch nicht zu lange, damit es nicht nach dem ersten Aufbrechen im gaaren Zustande in den Heerd gelangt. Schwefel, Phosphor und Silicium würden dann nicht vollständig abgeschieden werden können; — ein Hinderniß welches man bei gutartigem Roheisen zu berücksichtigen gar nicht nöthig hat, und daher auch den Frischprozeß ansehnlich beschleunigen kann. Ist alles zu einem Frischstück bestimmte Roheisen ($2\frac{1}{2}$ bis 3 Centner) in dem erwähnten Zustande niedergeschmolzen, so nimmt das eigentliche Frischen

seinen Anfang. Das Eisen befindet sich dann in dem Zustande, daß es mit atmosphärischer Luft aus dem Gebläse cementirt werden kann. Die Berührung mit Kohle verhindert dabei zugleich die Verschlackung des Eisens und bewirkt, daß die Wirkung des Sauerstoffs vorzüglich nur auf den Kohlengehalt des Eisens gerichtet ist. Während der Einschmelzperiode bildet sich aber eine sehr flüssige Schlacke im Heerde, die sogenannte Rohschlacke. Diese wirkt nicht auf den Kohlegehalt des Eisens, sondern hält vielmehr, wenn sie zu sehr anwächst, die Einwirkung des Windes auf das Eisen ab. Sie muß daher durch das Schlackenloch abgestochen werden, jedoch nicht zu tief, weil das Eisen sonst dem Windstrom zu sehr ausgesetzt wird.

Der eigentliche Frischprozeß zerfällt in das Rohaufbrechen des eingeschmolzenen Eisens nnd in das Gaaraufbrechen des halbgaaren Eisens. Bei sehr rohschmelzendem Roheisen von strengflüssigen Beschickungen, oder bei Phosphor, Schwefel und viel Silicium enthaltendem Roheisen, richtet man den Gang im Feuer so ein, daß mehr als zweimal aufgebrochen wird. Aufbrechen heißt, das in den Heerd niedergegangene Eisen in die Höhe heben und auf frische Kohlen über den Windstrom bringen. Je öfter aufgebrochen wird, je weniger man also das Gaarwerden beschleunigt, oder je länger man das Eisen im Windstrom cementirt, ohne es durch gaarende Zuschläge schnell zu entkohlen, desto vollständiger lassen sich zwar die fremdartigen Beimischungen des Eisens entfernen, desto größer ist aber auch der Aufwand an Zeit (also an Löhnen) an Kohle und an Eisen, und desto geringer der Vortheil bei der Frischarbeit. Wenn roh aufgebrochen werden soll, wird die rohe Schlacke vorher noch einmal abgelassen, das eingeschmolzene Eisen bei ununterbrochenem Gange des Gebläses von der Kohle entblößt und vermittelst schwerer Brechstangen in die Höhe gehoben. Der Heerd wird mit frischen Kohlen angefüllt und auf diese

die aufgebrochene Eisenmasse dergestallt gelegt, daß die Fläche welche vor dem Aufbrechen nach oben gekehrt war, auf die Kohle, und die der Form vorhin zngewendete Seite beim Gichtzacken zu liegen kommt. Je roher das Eisen geblieben ist, desto langsamer muß es wieder niedergeschmolzen werden, und umgekehrt. Gaarende Zuschläge müssen nicht in zu großer Menge angewendet werden, wenn man die Absicht hat, noch einmal roh aufzubrechen. Sehr gut ist es, wenn die Eisenmassen nicht dicht über einander liegen, so daß der Wind durchblasen und die Schlacke über den Gichtzacken wegtreiben kann. Stärkerer oder schwächerer Wind, so wie ein größerer oder geringerer Zusatz von gaarenden Zuschlägen, sind die Mittel welche man anzuwenden hat, um das Eisen mehr oder weniger gaar nieder gehen zu lassen. Beim zweiten Rohaufbrechen bedarf es der gaarenden Zuschläge kaum mehr, sondern nur der Anwendung eines stärkeren Windes. Ein drittes Rohaufbrechen, wenn es nöthig sein sollte, ist immer sehr unvortheilhaft, und ein viertes Rohaufbrechen würde einen unrichtigen Feuerbau, oder ein fehlerhaftes Verfahren bei der Arbeit verrathen. Eine sehr rothe Farbe des im Heerde niedergegangenen Eisens, deutet immer auf einen rohen Zustand und auf die Nothwendigkeit, das Eisen noch einmal roh aufzubrechen. Gelblichweiße Farbe und Funkenwerfen sind die Anzeige daß zum Gaaraufbrechen geschritten werden kann.

Vor dem Gaaraufbrechen bedeckt man das Eisen mit Kohlen, welche sich vollständig entzündet haben müssen, wenn der Eisenklumpen in die Höhe gehoben wird, damit er auf eine Unterlage von glühenden Kohlen gelegt werden kann, indem frische, noch nicht angebrannte Kohlen, eine zu starke Abkühlung des Heerdes verursachen und das Niederschmelzen des nun fast gaaren Eisens, welches bei starkem Winde geschehen muß, verzögern würden. Dagegen wird aber die Oberfläche des aufgebrochenen Eisens mit frischen Kohlen bedeckt, welche

sich noch sehr vollständig entzünden können, ehe sie bis zur Form niedersinken. Weil sich das Eisen schon in einem fast stabeisenartigen Zustande befindet, so ist eine starke und concentrirte Hitze nöthig, um es zum letzten mal in den Heerd nieder zu schmelzen. Es muß dabei in einen fast flüssigen Zustand versetzt werden, weil dieser gerade dazu geeignet ist, daß der letzte Rückhalt an Kohle im Eisen, durch den Windstrom abgeschieden wird. Dies ist aber auch der Zeitpunkt in welchem eigentlich nur die Gaarschlacke im Heerde gebildet wird, indem sich die Oxydation des Eisens, bei der heftigen Einwirkung des Windstroms auf dasselbe, gar nicht vermeiden läßt, ungeachtet das Eisen durch die Kohle geschützt wird. Bei dem Frischprozeß selbst, würde die Bildung der gaaren Schlacke einen Fehler bei der Arbeit und einen übermäßigen Gaargang verrathen, mit welchem ein großer Eisenverlust verbunden ist. Sobald das Eisen anfängt, in den Heerd nieder zu gehen, kann man auch dazu schreiten, es theilweise dadurch aus dem Heerde zu ziehen, daß man in der Horizontalebene der Form, und derselben ziemlich nahe, eine Höhlung mit der Brechstange zu bilden sucht, in welche ein geschmiedeter eiserner Stab gesteckt wird. Das in einem höchst erweichten, fast flüssigen Zustande niederschmelzende Eisen vereinigt sich mit dem Stabe, den man von Zeit zu Zeit um seine Axe dreht, damit sich das erweichte Eisen auf allen Seiten gleichmäßig ansetzen kann. Hat sich eine Quantität von 16 — 20 Pfunden Eisen an dem Ende des Stabes angehäuft, so nimmt man ihn aus dem Feuer, läßt das angeschweißte Eisen unter dem Hammer dicht zusammenschlagen und ersetzt den Stab sogleich durch einen zweiten. Mit diesem Anschweißen fährt man so lange fort, bis alles Eisen niedergegangen ist. Man nennt dies Verfahren das Anlaufenlassen und das dabei erhaltene Eisen das Anlaufeisen. Dies ist immer von besonderer Güte, weil es sich in einem fast flüssigen Zustande befunden hat und daher mit

dem Winde auf das vollkommenste cementirt worden ist. Nicht überall ist das Anlaufenlassen üblich, obgleich es eine vortheilhafte Operation ist, weil dabei an Zeit und Kohlen bei dem Ausschmieden des Eisens gewonnen wird. Der größte Theil des Eisens vereinigt sich indeß im Heerde zu einer zusammenhängenden Eisenmasse (Deul, Klump), welche nach dem erfolgten gänzlichen Niederschmelzen ausgebrochen und sogleich in dem noch weißglühenden Zustande unter den Hammer gebracht wird, um die Schlacke auszupressen und dann durch das Setzeisen in vier bis sechs Stücke (Schirbel) zu zerschroten. Sobald der Deul ausgebrochen ist, wird der Heerd wieder zu dem nächstfolgenden Einschmelzen eingerichtet. Mit dem Einschmelzen verbindet die deutsche Frischschmiede das Ausschmieden der Schirbel vom vorigen Deul zu Kolben und zu Stäben, und dadurch wird oft eine Verzögerung der Einschmelzarbeit veranlaßt. Es kann nämlich nicht eher zum Rohaufbrechen geschritten werden, als bis das Ausschmieden völlig beendigt ist. Der dazu erforderliche Zeitaufwand ist um so größer, je feiner die Eisensorten sind, zu welchen die Stäbe ausgestreckt werden sollen. Das Roheisen kann daher zuweilen bei dem Einschmelzen nicht den Grad der Vorbereitung erhalten, der seiner Beschaffenheit am mehrsten angemessen wäre. Gewöhnlich muß die Einschmelzarbeit mehr verzögert werden, als es ohne das Ausschmieden der Kolben zu Stäben nöthig seyn würde. Man hat daher wiederholt versucht, die Frischarbeit von der Schmiedearbeit zu trennen, so daß die Schirbel im Frischheerd nur die Gestalt von Kolben erhalten, welche dann in besonderen Heerden und unter leichteren Hämmern (in den sogenannten Reckheerden) zu Stäben ausgeschmiedet werden. Es hat sich dabei aber gezeigt, daß der Gewinn an Zeit mit dem, durch die Trennung der Operation veranlaßten größeren Aufwand an Kohlen und Eisen nicht im Verhältniß steht. Die Ursache liegt darin, daß die deutsche Frischschmiede

überhaupt zu viel Zeit auf die Vorbereitung des Roheisens im Frischheerde verwendet, weil sie sich nur des rohschmelzenden Roheisens bedient und selbst bei dem gaarschmelzenden Roheisen einen Rohgang absichtlich veranlaßt, weil sie befürchtet, bei einem Gaargange schlechtes Stabeisen zu erzeugen. Die Trennung der Schmiedearbeit von der Frischarbeit kann daher nur dann Vortheile gewähren, wenn auch die Vorbereitungsarbeiten von der Frischarbeit getrennt werden. Eine solche Trennung ist jedoch nur dann ausführbar, wenn das Brennmaterial zu wohlfeilen Preisen zu erhalten ist, oder wenn man sich auch der Koaks zu den Vorbereitungsarbeiten, und der Steinkohle zu dem Ausstrecken der Kolben zu Stäben bedienen kann. Niemals wird diese Trennung aber ökonomische Vortheile gewähren, wenn man Roheisen von strengflüssigen Beschickungen, bei Koaks erblasen, anzuwenden genöthigt ist, weil sich dies Roheisen, selbst durch die Vorbereitungsarbeiten, nicht so vollständig von Silicium befreien läßt, daß man es wagen dürfte, es im Heerde schnell zur Gaare zu bringen.

Die Arbeit in den deutschen Frischheerden wird die ganze Woche hindurch ununterbrochen fortgesetzt. Dennoch liefert ein Feuer in diesem Zeitraum gewöhnlich nur 50 bis 60 Centner, weil durch das Ausschmieden viel Zeit verloren geht. Bei gutem Roheisen, welches, ohne Besorgniß für die Güte des Stabeisens, schnell zur Gaare gebracht werden darf, und wenn man nicht nöthig hat, Stäbe von sehr schwachen Dimensionen auszuschmieden, steigt die wöchentliche Produktion wohl bis zu 80 Centnern. Das Roheisen erleidet dabei einen Abgang von 25 bis 30 Procent, d. h. es erfolgen aus 100 Pf. Roheisen, 75 bis 70 Pf. Stabeisen, zuweilen mehr, zuweilen weniger, nach der Beschaffenheit des Roheisens und nach der Geschicklichkeit der Arbeiter. Der Verbrauch an Holzkohlen (aus weichem Holz) beträgt 18 bis 20 rheinl. Kubikf. auf 100 Pfund

Stabeisen. Ein größerer Rohgang bewirkt immer einen bedeutend größeren Verbrauch an Brennmaterial, vermindert aber nur selten den Eisenverlust, weil das Eisen welches aus den gaaren Zuschlägen wirklich reducirt wird, bei der längeren Dauer des Prozesses durch Verschlackung wieder verloren geht.

Die bei dem Verfrischungsprozeß entstehenden Abgänge sind Rohschlacke, Gaarschlacke, Schwahl und Hammerschlag. Die Rohschlacke entsteht beim Einschmelzen und in der ersten Periode des Frischens nach dem Rohaufbrechen. Sie ist im Heerde sehr flüssig, fließt beim Abstechen mit rother Farbe und erstarrt bald. Ist sie in großer Menge im Heerde vorhanden, so verzögert sie das Frischen, weil sie die Luft abhält und weil sie, ihrer chemischen Zusammensetzung nach, auf das Roheisen nicht einwirkt, wenigstens nicht bei dem Grade der Temperatur, welche im Frischheerde beim Einschmelzen des Roheisens vorhanden ist. Roheisen von strengflüssigen Beschickungen, besonders das bei Koaks erblasene, giebt immer rohere d. h. an Kieselerde reichere Rohschlacke, als das Roheisen von leichtflüssigen Beschickungen. Der Gehalt an Kieselerde differirt bei der Rohschlacke von 25 bis 33 Procent, und der an Eisenoxydul von 60 bis 64 Procent. Die übrigen Bestandtheile sind Thonerde, Kalk- und Bittererde (zufällig) und Manganoxydul. Der Gehalt an Manganoxydul in der Schlacke nimmt immer mehr ab, von je späteren Perioden die Schlacke aus dem Heerde genommen wird. Die Rohschlacke nähert sich in ihrer Zusammensetzung am mehrsten der eines Silikates, obgleich sehr rohe Schlacken auch eine noch größere Menge Kieselerde enthalten. — Die Gaarschlacke dagegen ist ein sehr unbestimmtes Subsilikat, deren Gehalt an Kieselerde von 8 bis 18 Procent, und der an Eisenoxydul von 78 bis 90 Procent differirt. Diese Schlacke kann schon bei der Temperatur im Frischheerde sehr kräftig auf den Kohlegehalt des Roheisens einwirken, weshalb sie auch ein vorzügliches Mittel ist, den

Rohgang in einen gaaren Gang umzuändern. Sie entsteht nur nach dem Gaaraufbrechen, fließt mit hellweißer Farbe und erstarrt langsamer als die Rohschlacke. Beim Zerpulvern zeigt sie niemals eine schwarze Farbe, wie die Rohschlacke, sondern sie giebt ein graues Pulver, so daß man schon aus der mehr schwarz oder grauen Farbe des Pulvers beurtheilen kann, ob die Schlacke sich in der Zusammensetzung mehr der Rohschlacke oder der Gaarschlacke nähert. — Der Schwahl ist nichts weiter als die im Heerde zurückgebliebene Gaarschlacke, welche sich unten im Heerde sammelt und beim Ausbrechen des Deuls von demselben abgestoßen wird. Der Schwahl bleibt, — wenn das Roheisen nicht an sich sehr gaarschmelzend ist, — im Heerde zurück, wird in der Mitte desselben zusammengehäuft und theilweise mit dem einzuschmelzenden Roheisen bedeckt, wenn man es nicht vorzieht, das Eisen sämmtlich tropfenweise auf den Schwahl niederschmelzen zu lassen. — Der Hammerschlag (Stockschlacke) entsteht beim Schmieden des Deuls, der Kolben und der Stäbe, unter dem Hammer. Die Menge desselben ist oft nicht unbedeutend, besonders wenn bei der ersten Bearbeitung des Deuls unter dem Hammer große Brokken abfallen, die sich von dem Schwahl nur dadurch unterscheiden, daß sie viel metallisches Stabeisen mechanisch beigemengt enthalten. Man benutzt diese Abgänge bei dem Hammer gewöhnlich bei der Frischarbeit selbst, und nicht beim Einschmelzen oder Vorbereiten des Roheisens.

Die deutsche Frischschmiede bereitet also das Roheisen welches sie verarbeitet, durch Behandlung mit gaarenden Zuschlägen vor, versetzt es dadurch in den Zustand des Roheisens mit geringem Kohlegehalt und vollendet die Frischarbeit oder die Abscheidung der Kohle dadurch, daß sie das vorbereitete Roheisen in einem stark erhitzten Luftstrome zwischen Kohlen cementirt. Die gaare Schlacke

leitet folglich bei dieser Frischmethode den Proceß nur ein, vollendet ihn aber nicht, wie dies größtentheils bei dem Schlackenfrischen auf dem Flammenofenheerde der Fall ist, weshalb sie aber auch besseres Stabeisen liefert, als diese.

Die verschiedenen Modifikationen der deuschen Frischschmiede sind kaum als besondere Unterarten zu betrachten, weil sich das dabei statt findende Arbeitsverfahren nur auf eine bestimmte Beschaffenheit des Roheisens bezieht. So verarbeitet die Butoder Klumpschmiede nur ein weißes gaarschmelzendes Roheisen, führt dabei einen flachen Wind und wendet ein 11 bis 12 Zoll tiefes Feuer an. Das Roheisen wird während des Ausschmiedens langsam eingeschmolzen und muß in dem Zustande eines halbgaaren Klumpens im Heerde niedergegangen seyn. Nach dem Einschmelzen wird es nur einmal, nämlich gleich gaar aufgebrochen. Der Deul wird nicht leichter gemacht, wie bei der gewöhnlichen deutschen Frischschmiede. Zuweilen wird aber nur so viel Roheisen eingeschmolzen daß die Luppe etwa 100 Pfund wiegt, und dann nennt man diese Frischmethode die Kleinfrischarbeit. Die gewöhnliche Butschmiede ist als diejenige Varietät der deutschen Frischschmiede zu betrachten, welche, wegen des gaarschmelzenden Ganges des Roheisens, oder wegen des auf den Gaargang eingerichteten Feuerbaues, nur einmal roh aufbricht und keinen Anlauf nimmt.

Die Frischschmiede wird noch als eine besondere Varietät der deutschen Schmiede genannt, von welcher sie sich dadurch unterscheiden soll, daß das eingeschmolzene Roheisen in viele kleine Stücken zertheilt wird, welche erst bei dem Rohaufbrechen mehr und mehr zusammengeschmolzen werden. Dies ist aber ein sehr gewöhnlicher Erfolg bei der deutschen Frischmethode, wenn es im Feuer sehr roh geht.

Die Suluschmiede ist eigentlich eine fehlerhafte deutsche Frischerei, indem sie ganz wie diese verfährt, aber die einzelnen, schon gaar gewordenen Brocken, welche sich im Feuer

beim Gaaraufbrechen, oder vielmehr schon früher zeigen, und durch ihr glänzend weißes Ansehen zu erkennen geben, aus dem Heerde nimmt und ausschmiedet. Diese Brocken haben immer eine stahlartige Beschaffenheit. Ihr Entstehen ist ein Beweis von der Nachlässigkeit oder von der Ungeschicklichkeit des Arbeiters, welcher nicht verstand, das sämmtliche eingeschmolzene Eisen gleichzeitig gaar werden zu lassen.

Die Halbwallonenschmiede, welche theilweise in Schweden, und auch in Frankreich (wo sie Frischmethode von Berry genannt wird) üblich ist, unterscheidet sich von der gewöhnlichen deutschen Frischmethode dadurch, daß sie nur Kolben macht, welche zur weiteren Verarbeitung abgeliefert werden. Das Roheisen sucht man bald zur Gaare zu bringen und bricht nur einmal auf. Uebrigens werden in gewöhnlicher Art große Deule gemacht, von denen ein jeder mehrere Kolben giebt.

Die Anlaufschmiede (Taucheisenschmiede, Eintauchschmiede) ist die gewöhnliche dentsche Frischschmiede, bei welcher man Anlaufeisen nimmt.

2) Die Wallonenschmiede sucht leicht schmelzendes Roheisen möglichst gaar niederzuschmelzen und nach dem dann erfolgenden Gaaraufbrechen sogleich gaar gefrischtes Eisen zu erhalten. Von der deutschen Frischmethode unterscheidet sie sich noch dadurch, daß sie jedesmal nur so viel Roheisen einschmelzt, als zu einem Kolben nöthig ist, welcher unter dem Hammer zusammengeschlagen und an einen besonderen Reckheerd abgegeben wird. Die Luppen wiegen 40 bis 60 Pfund. In einer halben Stunde muß so viel Eisen als zu einer Luppe nöthig ist, abgeschmolzen und die Luppe gefrischt seyn, so daß in einer 3 stündigen Schicht 6 Luppen erfolgen, welche in derselben Zeit im Reckheerd zu Stäben ausgezogen werden. Man bringt das abzuschmelzende Roheisen nicht von der Seite des Gichtzackens, sondern über dem Aschenzacken vor die Form.

Die Tiefe des Feuers ist 7 bis 7½ Zoll. Die große Länge des Heerdes von 32 und die Breite von 30 Zoll sind bei den kleinen Luppen ganz überflüssig, weil der Raum durch Kohlenlösche doch eingeengt wird; sogar nachtheilig, weil sie den Kohlenverbrauch vergrößern und die Hitze zerstreuen. Auch läßt sich kein Grund zu dem eingeführten Verfahren einsehen, die Frischzacken in schiefen (und nicht in rechten) Winkeln, nämlich dergestalt gegen einander zu setzen, daß der Formzacken und der Hinterzacken einen stumpfen, der Hinterzacken und der Gichtzacken einen spitzen Winkel mit einander bilden, und daß der Heerd bei der Formseite einen Zoll kürzer wird als bei der Gichtseite. Die kleinen Luppen und das häufige Durcharbeiten des Eisens im Frischheerde und im Schmiedefeuer, geben Anlaß, daß das Stabeisen sehr gut ausfällt, allein der Prozeß ist mit ökonomischen Vortheilen nicht verbunden. Der Schmiedeheerd hat einen eisernen Boden und einen eisernen Formzacken und ist übrigens nur mit Kohlenlösche ausgeschlagen. Im Wallonenheerde und in dem mit demselben verbnndenen Schmiedeheerde, werden wöchentlich 110 bis 120 Ct. Stabeisen bereitet. Bei der Wallonenschmiederei an der Niederlahn sind zwei Frischheerde mit einem Schmiedefeuer verbunden. Alle drei Feuer liefern wöchentlich 160 Centner Stabeisen. Diese Einrichtung ist der in der Eiffel vorzuziehen, wo ein Frischheerd nur ein Schmiedefeuer beschäftigt. An der Lahn verbraucht man zu 100 Pfund Stabeisen etwa 14 bis 15 Kubikfuß Holzkohlen von hartem Holz, und verliert 28 Prozent an Roheisen. In der Eiffel steigt der Abgang, wenn das graue Roheisen im Hohenofen nicht hinlänglich geläutert worden ist, bis zu 33 Prozent. Bei sehr gaar schmelzendem Roheisen wird die Luppe oft gar nicht gaar aufgebrochen, sondern sie ist sogleich beim ersten Niederschmelzen des Roheisens fertig.

3) Die Löschfeuerschmiede bringt sehr gaarschmelzen-

des Roheisen, mit einem Zusatz von schon fertigem Stabeisen, möglichst schnell und ohne Aufbrechen zur Gaare. Das Ausschmieden der Luppe wird in demselben Heerde, aber nicht gleichzeitig mit dem Einschmelzen und Frischen, verrichtet. Zuerst werden die Schirbel vom vorigen Deul ausgeschmiedet, worauf man zuerst zum Einschmelzen des Stabeisens schreitet und dann das Roheisen gaar niederschmelzt. Die Löschfeuer haben weder einen Boden von Gußeisen, noch einen gegossenen Formzacken, sondern bestehen bloß aus einer Grube von Kohlenlösche, die auf der Gichtseite durch ein altes Gußstück, gewöhnlich durch einen unbrauchbar gewordenen Amboß, begränzt wird. Die Zeichnungen Fig. 639. und 640. stellen ein solches Löschfeuer im Grundriß und im Durchschnitt durch die Form, den Linien IK und LM entsprechend, vor. a ist ein Abzug für die Feuchtigkeit, b ein alter Amboß und c ein mit Wasser angefüllter Trog zum Begießen des Kohlentiegels mit Wasser, um das Anbrennen der Kohlenlösche zu verhindern. Die Form liegt söhlig und steht 6 Zoll in den Heerd; die Kohlengrube ist 7 — 9 Zoll (vom Niveau der Form an gerechnet) tief und der Stübbeheerd 4 bis 5 Zoll dick. Ein solcher Heerd hält 2 bis 3 Monate, ehe er von Neuem eingestampft werden darf. Die Unterlage für den Heerd ist trockner Mauerschutt. Das Stabeisen welches zum Verfrischen im Löschfeuer angewendet wird, besteht vorzüglich aus gaarem Eisen aus dem Stückofen, welche Güsse, oder Gußstücke genannt werden. In Ermangelung derselben wird altes Stabeisen angewendet. Weil die Kolben beim Ausschmieden sehr stark mit gaaren Hammerbrocken bestreut werden, so sammelt sich im Heerde viele gaare Schlacke an, welche, in Verbindung mit dem zuerst einzuschmelzenden Stabeisen, eine gaare Grundlage für das demnächst einzuschmelzende weiße Roheisen (blumige Flossen) aus den Blauöfen (wegen seiner Gestalt Scheibeneisen genannt) bilden muß. Das gaare Eisen, welches

durch das Niederschmelzen des Stabeisens mit dem Schwahl und mit den beim Schmieden aufgegebenen gaaren Hammerbrocken gebildet wird, nennt man Frischvogel, weil sich das Scheibeneisen ohne ihn nicht frischen, sondern zu roh in den Heerd eingehen, und die Lösche durchbohren würde. Wenn keine Gußstücke vorhanden sind und wenn man nicht so viel altes Schmiedeeisen, Blechabschnitte u. s. f. herbeischaffen kann, als zur Bildung des Frischvogels nöthig ist; so wird zuerst im Löschheerd selbst ein Frischvogel (welcher dann Frischstück heißt) dadurch gebildet, daß man eine Quantität von 40 bis 50 Pfund von dem gewöhnlichen Scheibeneisen mit gaarenden Zuschlägen (Schwahl) niederschmelzt und auf solche Art zuerst eine kleine Luppe darstellt, worauf man dann eben so verfährt, als ob der Grund zum Frischen durch Gußstücke, oder durch den daraus dargestellten Frischvogel gelegt worden wäre. Zu Anfange der Arbeit wird die von aller Gaarschlacke gereinigte Grube voll Kohlen geschüttet, nachdem der Gestübbekranz vorher, besonders auf der Gicht- und Arbeitsseite, gehörig ausgebessert und festgeschlagen worden ist. Das Ausschmieden der Kolben vom vorigen Deul geschieht unter reichlichem Zusatz von gaaren Zuschlägen, wobei der Schwahl, nämlich ein mit Gaarschlacke (Lech) veruureinigtes metallisches Eisen im Heerde zurück bleibt. Wenn dieser Schwahl beim ersten Anheben des Betriebes geschmolzen ist (oder bei der zweiten und bei den folgenden Luppen sogleich nach beendigtem Ausschmieden), wird das zu dem Frischvogel bestimmte Eisen, langsam von der Zange, in welcher es eingespannt ist, abgeschmolzen. Wendet man altes Stabeisen an, so wird dasselbe in zwei oder drei Abtheilungen ins Feuer gebracht, und wenn es die Schweißhitze erhalten hat, mit einer Schaufel zusammengedrückt und mit Kohlen bedeckt, ganz niedergeschmolzen. Werden aber Gußstücke genommen, oder muß man, in Ermangelung derselben, Scheibeneisen nehmen, um ein Frischstück zu bilden, so

spannt man das Eisen in eine Zange und bringt es unmittelbar vor die Form. Wenn der Frischvogel gebildet ist, so schreitet man zum Einschmelzen des Scheibeneisens, indem zuerst die erste, dann die zweite, dritte u. s. f. Zange mit dem erhitzten Scheibeneisen von der Gicht nach und nach der Form näher gerückt werden, so daß sich die zweite Zange anwärmt, während die erste, der Form zunächst eingehaltene, abschmelzt u. s. f. Weil das niederschmelzende Scheibeneisen mit dem im Heerde befindlichen Frischvogel, gaares, fertiges Stabeisen geben soll, so muß sich der Arbeiter beim Einschmelzen des Scheibeneisens nach der Menge und Beschaffenheit des Frischvogels und nach der Beschaffenheit des Scheibeneisens richten. Den gaaren Gang befördert er dadurch, daß er die Zange mit dem Scheibeneisen etwas weiter von der Form entfernt; den roheren Gang befördert er durch größere Annäherung des Scheibeneisens an die Form, um dasselbe zum Schmelzen zu bringen. Die Schaalen von gaarem Eisen, welche sich an den Spieß setzen, mit welchem das im Heerd befindliche Eisen untersucht wird, geben das Anhalten zur Beurtheilung eines größeren oder geringeren Gaarganges. Sind die Schaalen klein und roth, so geht es heiß, d. h. roh im Heerde. Je weißer die Farbe ist und je fester die Schaalen an dem Spieß haften, desto frischer und gaarer ist der Gang. Alles Einschmelzen geschieht über dem Windstrom. Unter und über der Form setzt sich die gaare Schlacke häufig an, weil sie dort erkaltet, weshalb der Arbeiter sie von Zeit zu Zeit abstoßen und mitten ins Feuer bringen muß. Die Schlacke wird nicht abgelassen, weil sie zum Gaarwerden des niederschmelzenden Roheisens nöthig ist, weshalb das Feuer auch gänzlich geschlossen und vorne nicht mit einer Oeffnung zum Ablassen der Schlacke versehen ist. Je mehr Roheisen man zu einer und derselben Menge von Gußstücken oder Stabeisen anwenden kann, desto vortheilhafter ist es. Gewöhnlich werden $\frac{3}{4}$ bis

$\frac{3}{8}$ Centner Gußstückeisen oder altes Stabeisen, und $1\frac{1}{2}$ bis 2 Centner Scheibeneisen zu einem Deul genommen. Wenn die letzte Zange Scheibeneisen niedergeschmolzen ist, wechselt das Gebläse einige Minuten lang noch recht stark, um das zuletzt niedergeschmolzene Roheisen gaar zu machen, wobei ein Kochen oder Aufschäumen der Schlacke entsteht, die zum Theil vom Winde aus dem Heerde getrieben wird. Je mehr Schlacke (Rinnlech) der Deul unter dem Hammer ausströmt, desto weicher ist das Eisen. Sobald die Luppe ausgebrochen ist, wird auch die Schlacke, nachdem sie völlig erstarrt ist, im Heerde aufgebrochen, und aus dem Feuer gebracht. Dieses ausgebrochene Lech wird gepocht, und theils (die gröberen Stücken) zum Güssemachen an den Stückofen gegeben, theils (die kleineren Stücken) bei dem gewöhnlichen Blauofenbetrieb angewendet. Rohe Frischschlacke kommt bei der Löschfeuerschmiede gar nicht vor; alles Lech stimmt in der Zusammensetzung mit der Gaarfrischschlacke überein. Während das Lech ausgebrochen, und das Feuer gereinigt ist, hat auch das Zerschroten der Luppe in 2 Stücken statt gefunden. Bei der Bearbeitung der Luppe und der Kolben, und bei dem Ausschmieden der letzteren zu Stäben, fallen bei dem Hammer die Stockschlacken und der Hammerschlag ab (beide werden im Hennebergischen Einwerfzeug genannt), welche beim Heitzen der Kolben ins Feuer gegeben werden, um die Kolben gegen den Windstrom mehr zu schützen. Es entsteht dabei, wie schon erwähnt, der Schwahl, welcher zur Bildung eines neuen Frischvogels angewendet wird. — Die Löschfeuerschmiede liefert wöchentlich 50—60 Centner Stabeisen von vorzüglicher Güte, verbraucht aber zu 100 Pfund Stabeisen wenigstens 30 rheinl. Kubikfuß Kohlen, und bringt aus 100 Pfund Gußstücken und Scheibeneisen nicht viel mehr als 67 Pfund Stabeisen aus, wobei jedoch auf den Eisengehalt des Lech, welches von den Löschfeuern an die Schmelzöfen zurück gegeben wird, nicht Rücksicht genommen ist. Diese

Frischmethode ist wenig empfehlenswerth, weil sie zu einem starken Verbrauch an Kohlen und Eisen Anlaß giebt.

4) Die Steyersche Einmalfrischschmiede verarbeitet sehr gaarschmelzendes Roheisen, welches über und vor der Form langsam niedergeschmolzen und nicht aufgebrochen wird. Das Gaarwerden des Eisens wird nach Umständen durch gaare Zuschläge befördert, welche in der Periode des Schmiedens zugesetzt werden. Der Heerd ist zwar aus einem Boden, und zuweilen auch aus den gewöhnlichen Frischzacken zusammengesetzt, und hat eine Länge von 30, eine Breite von 24, und eine Tiefe von 20 Zoll; indeß wird der ganze Raum so mit Kohlenlösche ausgefüllt, daß nur eine Grube von 16 bis 18 Zoll im Durchmesser und 8 bis 9 Zoll Tiefe übrig bleibt, weshalb man in der Regel ausgemauerte und mit Kohlenlösche ausgefütterte Heerde, statt des aus eisernen Platten zusammengesetzten Kastens, anwendet. Man nennt diese Heerde Weichzerrennheerde. Sie stimmen mit den schon beschriebenen Hartzerrennheerden gänzlich überein. Die Form ist unter 15 Graden, jedoch zuweilen mehr, zuweilen weniger in den Heerd geneigt. Das Roheisen wird in Gestalt von flachen Scheiben oder Kuchen angewendet, von denen 1½ bis 2 Centner in drei bis vier Zangen gepackt, und mit dem Spannring festgehalten, dergestalt vor die Form gebracht werden, daß sich das abzuschmelzende Roheisen 5—6 über, und 4 Zoll vor der Form befindet. Die Arbeit fängt mit dem Ausheizen der Kolben von der vorigen Luppe (Daichel oder Teichel) an, und wenn man bis über die Hälfte des Ausschmiedens gekommen ist, so wird bei der Gicht die erste Zange mit Flossen eingehalten. So wie der Raum im Feuer beim fortschreitenden Ausschmieden größer wird, setzt man die zweite Zange bei der Gicht an, und rückt die erste bis in die Mitte des Feuers vor. Endlich wird die erste Zange ganz vor den Wind gebracht, die zweite in die Mitte gerückt, und die dritte bei der

Gicht angesetzt. Ist die erste abgeschmolzen, so rückt man die zweite an die Stelle der ersten, die dritte an die Stelle der zweiten u. s. f. bis auch die letzte Zange vor dem Winde ganz abgeschmolzen ist. Nach beendigtem Einschmelzen wird das Feuer abgeräumt, das Daichel ausgebrochen, zerschroten, die Kolben werden zum Ausheizen eingehalten, und die Arbeit für die zweite Luppe fängt wieder an. Beim Ausschmieden werden die Kolben sehr häufig mit gaaren Zuschlägen bestreut, wodurch das demnächst niederschmelzende Roheisen zugleich mit zur Gaare gebracht wird. Sollte ein Stück Scheibeneisen von der Zange abspringen, so ist dahin zu sehen, daß es vor die Form gebracht wird. Durch das Ausheizen in der gaaren Schlacke erhalten die Kolben erst eine recht gaare Beschaffenheit. Die Kolben werden nur zu starken Stäben unter dem sogenannten Groß- oder Weichzerrennhammer ausgezogen, und diese Stäbe werden dann unter dem Streckhammer zu feineren Eisensorten ausgezogen. Die Steyersche Einmalschmelzerei bedient sich nur der luckigen Flossen. Fällt das Roheisen beim Schmelzofen nicht luckig, sondern blumig aus, so bedient man sich desselben nicht unmittelbar, sondern es muß dann vorher durch Glühen (Braten) vorbereitet werden. — Das gaarschmelzende Roheisen wird bei dieser Frischmethode durch Cementiren mit Luft in der Glühhitze zur Gaare gebracht. Der Verlust an Eisen beträgt selten über 10 Prozent. Der Kohlenverbrauch zu 100 Pfund Stabeisen soll über 20 Kubikfuß steigen, und wird sogar zu 30 Kubikfußen angegeben. Wöchentlich liefert ein Feuer 50 Centner Stabeisen. Der große Kohlenverbrauch bei diesem sehr einfachen, und deshalb sehr vollkommenen Frischverfahren, ist sehr auffallend, und kann nur darin begründet seyn, daß das Einschmelzen sehr langsam erfolgen muß.

5) Die Siegensche Einmalschmelzarbeit unterscheidet sich von der Steyerschen dadurch, daß sie halbirtes, oft sogar noch graues Roheisen aus leichtflüssigen und leicht

reducirbaren Beschickungen, in Gestalt von Gänzen auf die Gichtseite legt, und nur in seltenen Fällen von der Zange abschmelzen läßt, ferner dadurch, daß sie große Luppen oder Deule anfertigt, die oft 3½ bis 4 Centner schwer sind, und daß häufiger die Schlacke abgelassen wird, welches bei der Steyerschen Arbeit sehr selten geschieht. Das Einschmelzen erfolgt ebenfalls über und vor dem Winde, auch werden während des Ausschmiedens gaare Zuschläge in großer Menge angewendet, wodurch das Gaaren des Eisens so sehr befördert wird, daß alle 3 Stunden ein 3½ bis 4 Centner schwerer Deul fertig ist, welcher sehr gutes Stabeisen liefert. Bei sehr gaar schmelzendem weißem Roheisen wird, zur Beschleunigung der Arbeit, zuweilen Roheisen unmittelbar in den Heerd gesetzt. Das Feuer ist 24 Zoll lang; der Hinter- und der Formzacken hängen 3 Zoll in den gegen 8 Zoll tiefen Heerd. Ein Gichtzacken ist in den mehrsten Fällen nicht vorhanden, indem der Heerd mit Lösche gebildet wird. Die Form wird gewöhnlich so gestellt, daß sie mit dem in das Feuer sich neigenden Formzacken einen rechten Winkel bildet, wodurch sie selbst eine so starke Neigung erhält, daß der Windstrom fast die Mitte des Bodens trifft. Das Ausschmieden dauert fast so lange als das Einschmelzen selbst, obgleich das Eisen nur zu 3 zölligen groben Quadratstäben ausgestreckt wird. Bei dem Wärmen der schweren Kolben entstehen so lange Pausen, daß 1 Hammer 2 Feuer versorgen kann. Man wendet das halbirte, gewöhnlich aber das blumige weiße Roheisen, in Gestalt von flachen und platten Stücken (Kruschen) an, welche theils bei der Gicht aufgesetzt, theils in Zangen gepackt vor der Gicht abgewärmt werden, bis das Ausschmieden beendigt ist. Dann rückt man das Roheisen näher vor die Form, und schmelzt es ein. Die erhaltene schwere Luppe wird unter dem Hammer nach der Richtung der Länge ausgezogen, und dann in zwei Theile zerschroten. Der eine bleibt im Heerde so lange auf der Gicht-

seite liegen, bis der andere vor der Form die Schweißhitze erhalten hat. Jeder von den beiden Theilen giebt, bei großen Luppen, zwei Stäbe. Beim Ausschmieden werden gaare Zuschläge nicht gespart, um die Kolben in saftiger Schweißhitze zu erhalten, und um eine gaarende Schlacke für das demnächst niederschmelzende Roheisen im Feuer zu bilden. Aber es wird auch schon beim Ausheitzen der Kolben sehr oft nach der Schlacke gestochen, die ein ziemlich gaares Ansehen hat; weniger oft läßt man beim Einschmelzen die Schlacke ab, und gegen das Ende der Arbeit gar nicht mehr, weil die Schlacke zum Schutz für das Eisen gegen den stark geneigten Windstrom dienen muß. Ein Frischfeuer liefert wöchentlich 180 bis 200 Centner Stabeisen in 3zölligen Quadratstäben. 100 Pfund Roheisen liefern in der Regel nicht mehr als 75 Pfund Stabeisen, aber der Verbrauch an Kohlen ist sehr mäßig, indem er nur 7 bis höchstens 9 Kubikfuß für 100 Pfund Stabeisen beträgt, indeß wendet man auch nur gute und feste Kohlen von hartem Holz an.

6) Die Osemundschmiede schmelzt, wie die Wallonenschmiede, jedesmal nur so viel gaarschmelzendes Roheisen von der über dem Hinterzacken vor der Form liegenden Ganz gaar ein, als zu einem Kolben erforderlich ist. Der Kolben wird aber nicht in einem besonderen Heerde ausgereckt, sondern mit der Anlaufstange aus dem Heerde genommen, und sogleich unter dem Hammer ausgestreckt. Diese Schmiederei ist also eine wahre Anlaufarbeit, bei welcher das Roheisen aber sogleich gaar niedergehen, und sich an der Anlaufstange anlegen muß. Es ist daher auch ein sehr reines und gaarschmelzendes Roheisen erforderlich. Gaarende Zuschläge sind durchaus nothwendig, und die Arbeit kann daher nicht eher beginnen, als bis der Heerd voll flüssiger Gaarschlacke ist. Bei dem jedesmaligen Anfange der Arbeit werden deshalb zuerst Schwahl und gaare Hammerbrocken (Kloot) geschmolzen, welche

bei dem Fortgange der Arbeit von den vorhergegangenen Luppen schon im Heerde befindlich sind, weshalb auch nur selten Schlacke abgelassen wird. Der aus eisernen Platten zusammengesetzte Heerd hat eine sehr unregelmäßige Gestalt. Die Breite vom Form= bis zum Gichtzacken beträgt beim Hinterzacken 17 Zoll, beim Vorheerd nur 13 Zoll. Der Gicht= und der Hinterzacken bilden einen spitzen Winkel. Die Länge des Feuers ist beim Formzacken 28, und beim Gichtzacken 32 Zoll, indem der Formzacken und der Vorheerd einen stumpfen Winkel mit einander bilden, und nur der Form= und Hinterzacken so wie der Gichtzacken und die Vorwand unter rechten Winkeln gegen einander stehen. Die Form liegt nur 5 bis 6 Zoll vom Hinterzacken entfernt, und hat eine sehr starke Neigung von einigen 30 Graden in den nur 7 Zoll tiefen Heerd. Der Boden ist nur 16 bis 17 Zoll lang, weil der ganze Vorheerd mit Kohlenlösche ausgeschüttet ist. Der Gichtzacken ist etwa 5 Zoll höher als die Form, damit das Roheisen hoch über der Form abschmelzen kann. Beim Schmelzen wird die Ganz der Form bis auf 6 Zoll genähert, damit das Roheisen, welches bei starkem Winde niedergeschmolzen wird, theils durch den Windstrom, theils durch die gaarenden Zuschläge im Heerde, die nöthige Gaare erhält. Deshalb bilden sich bald mehrere kleine halbgaare Brocken im Heerde, welche der Frischer mit einem Handspieß vor den Windstrom bringt, während er eine Anlaufstange in das Feuer hält, und sich bemüht, die kleinen Frischklumpen daran anschweißen zu lassen. Diese Operation geschieht unter ununterbrochenem Umdrehen der Anlaufstange vor dem Windstrom, um das Eisen von allen Seiten mit dem Winde zu cementiren und anschweißen zu lassen. Sind etwa 20 Pfund Eisen auf diese Weise angelaufen, so wird der Kolben aus dem Feuer genommen, sogleich ausgeschmiedet, von der Anlaufstange abgehauen, und wieder zum Anlaufen eingehalten. Mehrentheils ist alle Viertelstunden ein Anlaufkolben

fertig, weshalb mehrere Anlaufstäbe im Gebrauch sind. Je flüssiger von gaarer Schlacke es im Heerde, und je größer die Hitze ist, in welcher das Eisen durchgewirkt wird, desto vorzüglicher wird es in der Güte ausfallen. Die kleinen Kolben und das beständige Durcharbeiten derselben in der gaaren Schlacke und vor dem Winde, bewirken daß das Eisen sehr rein, weich und zähe wird. Aus 100 Pfund Roheisen sollen 75 Pfund Stabeisen erfolgen, und zu 100 Pfund Stabeisen sollen 19 bis 21 Kubikfuß Kohlen erforderlich seyn.

7) Die Bratfrischschmiede ist nichts weiter als die Steyersche Einmalschmelzarbeit, bei welcher man sich, statt des gewöhnlichen Scheibeneisens, wenn dasselbe nicht aus luckigen Flossen besteht, entweder der gebratenen blumigen Flossen, oder der unmittelbar bei den Schmelzöfen aus grauem Roheisen bereiteten Scheiben (Blattln) bedient, welche durch Braten ebenfalls zum Verfrischen vorbereitet sind.

8) Die Müglafrischschmiede, oder das Brockenschmelzen, in Frankreich affinage bergamasque genannt, schmelzt das Roheisen von den Schmelzöfen mehr roh als gaar ein, vermengt es nach dem Einschmelzen mit gaarem Schwähl, mit Hammerschlag, Stockschlacke u. s. f., und rührt diese Zuschläge mit angestrengter Arbeit mit dem flüssigen Roheisen ein, bis sich einzelne Brocken bilden, welche aus dem Heerde genommen, und dann gaar eingeschmolzen werden. Auf die Dimensionen des Heerdes kommt es so genau nicht an, weil die Feuergrube aus Kohlenlösche gebildet wird. Beim Angehen der Arbeit wird das Feuer gereinigt, so daß nur wenig gaare Schlacke darin zurück bleibt, und mit Kohlen angefüllt. Während des Einschmelzens des Roheisens werden die Kolben vom vorigen Frischen ausgeschmiedet. Häuft sich zu viel rohe Schlacke an, so muß sie abgestochen werden. Nach dem Einschmelzen werden die Kohlen abgeräumt, und die auf dem Eisen etwa schwimmenden rohen Schlacken mit der Schaufel

abgenommen. Das meist flüssige Eisen wird dann mit einigen Schaufeln gaarem Hammerschlag und Stockschlacke vermengt, und mit einer hölzernen Stange so lange gerührt, bis ein trocknes Gemenge entstanden ist, von welchem die einzelnen Stücken 1 Loth bis $\frac{1}{8}$ Centner wiegen. Alles Eisen wird nun mit Schaufeln auf die Gicht gebracht, das Feuer von allen Kohlen, Schlacken und Eisenbrocken gereinigt, und dann mit frischen Kohlen angefüllt. Die größten Eisenstücken werden an der hinteren Seite, die kleineren aber an der Gichtseite auf die Kohlen gebracht, und es wird überhaupt etwa die Hälfte des ganzen ausgebrochenen Eisens in Arbeit genommen, wobei zuerst die größten Stücken ausgesucht werden. Man schüttet frische Kohlen auf die Eisenbrocken, und läßt das Gebläse langsam an. Der Frischer ist nun bemüht, die Brocken gaar niedergehen zu lassen, und sie so lange über und vor dem Winde zu erhalten, bis sie die Kennzeichen der Gaare zeigen. In demselben Verhältniß als die Brocken gaar nieder gehen, setzt man von den auf der Gicht befindlichen Eisenbrocken nach, und trägt jedesmal frische Kohlen mit auf. In einigen Gegenden wird alles gaar eingehende Eisen zu einem Deul vereinigt, in anderen nimmt man alles Eisen als Anlauf aus dem Feuer. Die Anlaufkolben werden dann, eben so wie die Schirbel und Kolben vom Deul, beim nächsten Einschmelzen zu Stäben ausgestreckt. Der Eisenverlust ist ungemein verschieden, und soll von 15 bis zu einigen 30 Prozenten differiren. Der Kohlenverbrauch hingegen ist immer sehr groß, und beträgt 30—32 Kubikfuß für 100 Pfund ausgeschmiedetes Stabeisen.

9) Die Brechschmiede unterscheidet sich von der Brokkenfrischschmiede nur dadurch, daß kein Einrühren von gaarenden Zuschlägen in dem eingeschmolzenen Roheisen statt findet, sondern daß das letztere gleich beim Einschmelzen einen solchen Grad der Gaare erhält, daß es sich zu vielen Stücken zertheilt aufbrechen läßt. Diese Frischmethode ist eigentlich von der

Frischschmiede gar nicht verschieden, indem der ganze Unterschied nur darin besteht, daß das Feuer nach dem Einschmelzen bei der Brechschmiede ganz ausgeräumt wird, und daß die Eisenbrocken nicht mit einem mal, sondern nach und nach wieder auf frische Kohlen aufgesetzt und gaar niedergeschmolzen werden.

10) Der Sinterprozeß wendet das Roheisen im gepulverten Zustande an. Wo sich die Frischfeuer in der Nähe des Schmelzofens befinden, werden die abgestochenen Flossen, sogleich nach dem Erstarren, aber noch im glühenden Zustande, unter einen Hammer mit breiter Bahn gebracht, und so lange gepocht, bis sie eine pulverartige Masse bilden. Befinden sich die Frischfeuer nicht in der Nähe des Ofens, so müssen die Flossen erst in einem besonderen Feuer stark rothglühend gemacht, und dann unter dem Hammer zu Pulver gestampft werden. Man wendet dazu graues oder halbirtes Roheisen an. Das Roheisenpulver wird mit Glühspan und mit gepulverter Gaarschlacke (Schwahl und Stockschlacke aus dem Feuer und vom Hammer) gemengt, und dies Gemenge wird dann durch langsames Niederschmelzen im Feuer zur Gaare gebracht. Der aus Kohlenlösche bestehende Boden der Feuergrube, liegt etwa 7 Zoll von der stark geneigten Form entfernt, durch welche ein sehr schwacher Windstrom in die Heerdgrube geführt wird, um die Masse recht langsam niedergehen zu lassen. Den Anfang der Arbeit macht das Ausheizen der beiden Luppenstücke vom vorigen Deul, von denen ein jedes einzeln in den Heerd gebracht wird, und die Schweißhitze erhält, um unter dem Hammer zu Kolben ausgezogen zu werden. Gleichzeitig mit dem Einhalten des ersten Luppenstückes streut der Frischer schon etwas von dem Gemenge schaufelweise auf die Kohlen, welche zwischen der Hinter- und Gichtseite aufgehäuft worden sind. Mit diesem Eintragen des Gemenges wird fortgefahren, sobald das vorige in den Heerd nieder gegangen ist. Der aus dem

ersten Luppenstück erhaltene Kolben wird in einem besonderen Wärmfeuer ausgeschmiedet, worauf das zweite Luppenstück eingehalten, ebenfalls zu einem Kolben ausgezogen und dann zum weiteren Ansschmieden an das Wärm- und Schmiedefeuer abgegeben wird. Das Ausschweißen der Luppenstücke und das Ausziehen derselben zu Kolben, ist daher auch früher beendigt, als das Niederschmelzen des zu einer Luppe bestimmten Gemenges, wovon gewöhnlich 140 — 150 Pfund zu einer Luppe genommen und langsam nach und nach eingeschmolzen werden. Die davon entstehende Luppe wiegt etwa 100 Pfund. Sie wird unter dem Hammer in zwei Stücken zerschroten, mit deren Ausschweißen zu Kolben die Anfertigung einer neuen Luppe beginnt. Die Kolben erhalten in dem besonderen Schmiedefeuer eine neue Schweißhitze, indeß bringt man, während des Ausschmelzens auch etwas von dem Gemenge ins Feuer und macht jedesmal bei zwei auszuheizenden Kolben eine kleinere Luppe, die nur ein Luppenstück giebt, welches mit den beiden Kolben der folgenden Heitze gleichzeitig ausgeschmiedet wird. Der Eisenverlust bei diesem Frischprozeß ist nicht bedeutend, indem aus 100 Pfund Roheisen 85 bis 87 Pfund Stabeisen erhalten werden, aber der Kohlenverbrauch ist um so größer und beträgt für 100 Pfund Stabeisen oft über 45 rheinl. Kubikfuß Holzkohlen.

11) Die Hart- und Weich-Zerrennfrischarbeit ist von der Bratfrischschmiede nur dadurch verschieden, daß sie die Flossen von den Schmelzöfen in einem besonderen Heerde (in dem Hartzerrennheerde) umschmilzt, in Scheiben reißt und die Scheiben durch Braten vorbereitet. Sie muß daher mit einem größeren Aufwand von Eisen und Holzkohle arbeiten als die Bratfrischschmiede, aber sie liefert auch besseres Stabeisen, aus Gründen die schon früher erwogen sind. Der gewöhnlichen Steyerschen Einmalschmelzerei, mit welcher die Weichzerrennarbeit ganz übereinstimmt, steht sie um so mehr

in dem Verbrauch an Eisen und Kohle nach, als jene ihre luckigen Flossen gar keiner Vorbereitung unterwerfen darf; auch liefert sie nicht immer so vorzügliches Stabeisen als jene. In Frankreich ist die Hart- und Weichzerrennarbeit unter dem Namen: Mazéage bekannt. Der Eisenverlust beim Hart- und Weichzerrennen beträgt 15 bis 16 Prozent, oder es erfolgen aus 100 Pfund Roheisen 84 bis 85 Pfund Stabeisen. Der Kohlenverbrauch für 100 Pfund Stabeisen ist zu 40 rheinl. Kubikfuß anzunehmen, wovon 14 bis 15 Kubikf. auf die Hartzerrennarbeit zu rechnen sind.

12) Die Kartitscharbeit, in Frankreich ebenfalls Mazéage genannt, unterscheidet sich von der Hart- und Weichzerrennarbeit nur dadurch, daß in dem Hartzerrennenheerd das eingeschmolzene Roheisen nicht zu Scheiben gerissen, sondern zu einem einzigen Klumpen (Hasen, Kartitsch) vereinigt wird, welcher aus dem Feuer ausgebrochen, in noch glühendem Zustande zerschlagen, und ungebraten nach Art der Steyerschen Einmalschmelzerei, in den Weichzerrennenheerden verfrischt wird.

13) Die Südwalliser Frischarbeit bedient sich des bei Koaks, in besonderen Heerden angefertigten Feineisens, wobei das Roheisen, durch das Umschmelzen in jenen Heerden, in den Zustand des luckigen, oder wenigstens des blumig-luckigen Flosses versetzt wird. Sie würde also (mit dem an sich nicht erheblichen Unterschiede daß sie nicht Holzkohle, sondern Koaks zum Umschmelzen (zum Hartzerrennen) des Roheisens anwendet) ganz mit der Kartitscharbeit übereinstimmen, wenn sie sich von dieser nicht noch dadurch unterschiede, daß sie das im Feineisenfeuer erhaltene weiße Roheisen unmittelbar, und in einem noch flüssigen Zustande, in den Frischheerd leitet, welcher daher immer in einer tieferen Sohle unter dem Feineisenfeuer liegen muß. Das Feineisenfeuer hat ungleich geringere Dimensiionen als gewöhnlich, weil jedesmal nur so viel Roheisen als zu einer Luppe nöthig ist, umgeschmolzen wird. In

den eigentlichen Frischheerden werden Holzkohlen angewendet und das durch Begießen mit Wasser zum Erstarren gebrachte Feineisen, wird brockenweise mit der Brechstange gegen die Form geführt, um in dem Windstrom vor der Form cementirt zu werden. Man erhält dabei nicht eine einzige zusammenhängende Luppe, sondern einzelne kleine Frischstücken von 10 bis 12 Pfunden, welche unter einem Hammer zu Kuchen oder Platten ausgeschmiedet werden. Diese Kuchen sind noch nicht ganz fertiges Stabeisen, sondern sie befinden sich etwa in dem Zustande der Gaare wie das gefrischte Eisen aus den Stücköfen. Die Arbeit im Frischheerde geht daher sehr schnell und es werden zu 100 Pfund von dem stahlartigen rohen Produkt etwa 1½ bis 1¾ Kubikf. Holzkohlen aus hartem Holz verbraucht. Die noch nicht ganz gaaren Kuchen erhalten ihre völlige Gaare durch Cementiren in glühender Luft, auf eine ganz eigenthümliche Weise in den sogenannten Schweiß- oder Wärmöfen (Hohlfeuer, Hollow-fire). In diesen Oefen kommt das Eisen mit dem Brennmaterial nicht mehr in unmittelbare Berührung, sondern es wird nur der glühend heißen Luft ausgesetzt, die durch ein heftiges Verbrennen der Koaks vor einem Gebläse entwickelt wird. Ob dem Eisen, bei diesem Cementiren mit Luft, durch den Sauerstoff eines unzersetzt gebliebenen Theils der atmosphärischen Luft aus dem Gebläse, der Kohlenstoffgehalt vollständig entzogen wird, oder ob das kohlensaure Gas in der Glühhitze die Eigenschaft besitzt, sich in Berührung mit dem Kohle haltenden Eisen in Kohlenoxydgas umzuändern, bleibt ein für den Eisenhüttenmann sehr wichtiger Gegenstand künftiger Untersuchungen. Die Schweißöfen dienen indeß nicht bloß dazu, stahlartiges und noch rohes Eisen vollständig zu entkohlen und es dabei zugleich in Schweißhitze zu versetzen; sondern man wendet sie mit dem größten Vortheil auch dazu an, altes Stabeisen, Abschnitte von Blechen u. s. f., mit dem geringsten Verlust an Eisen, bis zur

Schweißhitze zu bringen und dann unter dem Hammer oder unter den Walzen zu einer Masse zu vereinigen. Das auf diese Weise aus Abgängen von Stabeisen und aus alten Stabeisenbrocken zusammengeschweißte Eisen, nennt man in England fagotted iron, und daher die Schweißöfen auch wohl f. i. furnaces. Die Herrn Perdonnet und Coste, welche von dem Südwalliser Frischprozeß Nachricht gegeben haben (Ann. des mines. 1829. V. 173.) theilen die Einrichtung eines Schweißofens für die Kuchen aus den Walliser Frischheerden mit, wie sie dort angetroffen wird. In den Zeichnungen Fig. 656. bis 658. stellt Fig. 657. den Horizontaldurchschnitt nach der Linie XY in Fig. 656. und 658. vor. Fig. 656. ist ein senkrechter Durchschnitt nach der Linie KI, und Fig. 658. ein ein senkrechter Durchschnitt nach der Linie LM des Grundrisses oder des Horizontaldurchschnittes. Der Schweißofen besteht aus 2 Abtheilungen a und b. Die erste Abtheilung a hat zwei Thüren, durch welche das auszuschweißende Eisen hineingebracht wird. In diesem Raume findet auch das Verbrennen des Koaks statt, zu welchem Zweck derselbe an der einen Seite mit einer Formöffnung versehen ist, die den Wind aus dem Gebläse in den Raum a leitet, welcher etwa 2 Fuß lang, 2 Zoll breit und 3 Fuß hoch ist. Der Raum b wird durch die Flamme oder durch die glühende Luft aus dem Raum a erhitzt, indem sie durch die Oeffnung C aus der Abtheilung a nach b entweicht. Statt der einen Oeffnung C, lassen sich in der Scheidewand, welche die Abtheilung a und b trennt, auch mehrere Oeffnungen anbringen. Der Raum b dient zum Anwärmen der Kuchen, oder des zu schweißenden Eisens. Wenn in den Schweißöfen gearbeitet werden soll, so wird der Raum bis zu der Höhe der beiden Thüröffnungen mit Koaks angefüllt, die sich allmälig entzünden müssen. Sobald sie in Gluth gekommen sind, legt man 3 oder 4 von den kuchenartigen Scheiben auf einen geschmiedeten eisernen Stab, von

welchen jedesmal zwei zugleich in den Ofen geschoben werden. Die Einrichtung geht aus der Zeichnung selbst hervor. Hat das Eisen durch die aus den Koaks entwickelte Gluth eine starke Schweißhitze erhalten, so wird es unter einem schweren gegossenen eisernen Hammer, welcher in einer Minute etwa 100 Schläge macht, zusammen geschlagen und zu 4 Zoll Breite, 2 Zoll Dicke und 3 Fuß Länge ausgestreckt. — Eine andere Einrichtung eines solchen Schweißofens zeigen Fig. 682. bis 685. und zwar Fig. 685. im Grundriß nach PQ, Fig. 683. im Längendurchschnitt nach RS, Fig. 682., in der vorderen Ansicht und Fig. 684. im Querdurchschnitt nach TU. Die kleinen Oefen sind aus feuerfesten Ziegeln zusammen gesetzt, welche zuweilen auch wohl einen Mantel von gegossenem Eisen erhalten, oder auf andere Weise verankert werden. In dem mit Koaksgestübbe ausgefüllten Heerde a liegen die Koaks, denen der zum Verbrennen erforderliche Wind aus dem Gebläse durch die Düse b zugeführt wird. Die Koaks werden durch die Oeffnung C, vor welcher eine horizontal liegende gegossene eiserne Platte befindlich ist, in den Ofen geschoben. Jene Oeffnung c wird durch die Koaks selbst geschlossen, und weil die Platte immer mit einem Haufen Koaks bedeckt ist, so befinden sich diese, wenigstens in der Nähe des Ofens, immer im vollen Glühen und kühlen daher den Ofen, wenn frisches Brennmaterial nachgetragen wird, nicht bedeutend ab. d ist der eigentliche Schweißofen, dessen vordere, der Oeffnung c entgegengesetzte Seite, mit zwei Oeffnungen versehen ist, die durch eiserne Aufziehthüren n, n, welche mit feuerfestem Thon gefüttert sind, geschlossen werden können. In den beiden Seitenwänden des Ofens sind zwei Oeffnungen e, e angebracht, welche die erhitzte Luft in die Räume f, f leiten, die zum Anwärmen des zu schweißenden Eisens dienen. Das Eisen wird in diese Räume durch die in der Vorwand des Ofens befindlichen Oeffnungen eingesetzt, welche auch zum Herausnehmen

desselben dienen, wenn es in den Schweißofen gebracht werden soll. Wenn das zu schweißende Eisen auf eine breite Stange von Stabeisen gelegt ist, so wird es mit derselben in den Ofen geschoben und die Vorsetzthüren n, n werden geschlossen. Die Eisenstange ruht auf einem Vorsprunge in der Hinterwand des Ofens und hält das zu schweißende Eisen auf diese Art über den Koaks, so daß es mit denselben unmittelbar gar nicht in Berührung kommt. Ist die Schweißhitze erreicht, so wird zum Zusammenschweißen des Eisens unter dem Hammer geschritten.

Man zieht das bei dieser Südwalliser Frischarbeit erhaltene Stabeisen, in der Güte dem Stabeisen vor, welches die Flammenfrischöfen liefern, und wendet es vorzüglich bei der Blechbereitung an. Es wird in dem Verhältniß von 7 zu 4 theurer als das im Flammenofen bereitete Stabeisen bezahlt.

B. Von der Frischarbeit in Flammenöfen.

Schon in der Mitte des 17. Jahrhunderts hatte man in England, wegen des zunehmenden Holzmangels, Versuche gemacht, die Steinkohlen zur Stabeisenbereitung aus Roheisen anzuwenden. Das Roheisen ward bei Koaks in gewöhnlichen Frischheerden durchgeschmolzen, und dann mit gaarenden Zuschlägen (nach Art der Müglafrischschmiede) durchgerührt und durchgebrochen. Die einzelnen Stücken wurden nach und nach vor den Wind gebracht, die halbgaaren Frischstücken aus dem Heerde genommen, durch Zerstampfen zerkleinert (zu stamp-iron gemacht), und in ovale oder runde Kapseln von feuerfestem Thon gepackt. Die Kapseln hatten zuletzt die Größe, daß sie $\frac{5}{8}$ bis $\frac{3}{4}$ Centner Stampfeisen fassen konnten. Von diesen Kapseln wurden 8 bis 10 Stück auf den horizontalen Heerd eines mit Steinkohlen geheitzten Flammenofens gestellt, wo sie die stärkste Schweißhitze erhielten, worauf sie heraus genommen, und unter den Hammer gebracht wurden. Das Stampf-

eisen ließ sich gut ausschweißen, aber es ward dabei jedesmal die Kapsel mit zerschlagen, wodurch der Prozeß sehr kostbar werden mußte. Das in den Kapseln völlig gefrischte Stampfeisen ward zu Kolben ausgeschmiedet, welche demnächst in einem besonderen Ofen geschweißt, und unter Hämmern oder Walzwerken zu Stäben ausgereckt wurden. Dies Frischverfahren war mit einem Eisenverlust von mehr als 50 Prozent verbunden, folglich sehr kostbar, und daher keiner Anwendung fähig, obgleich dabei gutes Stabeisen erfolgte. Im Jahr 1787 gelang es den Herren Cort und Parnell, das Verfrischen des Roheisens auf Flammenofenheerden zu bewerkstelligen. Herr Cort bediente sich bei seinen ersten Versuchen des Roheisens unmittelbar vom Hohenofen, weshalb der Erfolg beim Verfrischen auf dem Flammenofenheerde sehr unsicher und schwankend war, weil dabei alles von der Beschaffenheit des Roheisens abhing. Später machte man den Versuch, das Roheisen in gewöhnlichen Frischheerden bei Koaks niederzuschmelzen, es dann abzulassen und die erhaltenen Platten, statt des Roheisens, in den Flammenöfen anzuwenden. Dies Verfahren hatte einen so günstigen Erfolg, daß jene Heerde nun nicht mehr zum eigentlichen Frischen, wozu sie früher bei der Stampfeisenbereitung dienten, sondern zum Umschmelzen des Roheisens, und zur Vorbereitung desselben für den Frischprozeß angewendet wurden. Auch die Flammenöfen selbst wurden immer mehr verbessert und einfacher eingerichtet, indem man die schwerfälligen Maurungen abwarf und die Gewölbe und Seitenwände des Ofens mit einem einfachen eisernen Mantel umgab. Noch fortwährend ist die Flammofenfrischarbeit im Fortschreiten begriffen, und weil sie auf sicheren und einfachen Grundsätzen beruht, — welche schon vorhin erörtert worden sind, — weil sie eine starke Produktion zulässig macht, und weil sie den Vortheil gewährt, aus schlechtem Roheisen viel leichter ein mittelmäßig gutes Stabeisen zu liefern, als sich beim Verfri-

schen in Heerden daraus darstellen lassen würde; so ist mit Zuversicht vorauszusehen, daß die Frischarbeit bei Holzkohlen in Heerden in kurzer Zeit nur auf die Gegenden beschränkt seyn wird, welche nicht so glücklich sind, sich Steinkohlen zu wohlfeilen Preisen zu verschaffen.

Das Braten des weiß gemachten Roheisens (des Feineisens) vor dem Verfrischen, um dadurch den Frischprozeß noch mehr zu beschleunigen, hat man bei der Flammenofenfrischerei deshalb nicht angewendet, weil das Feineisen, wenn es wirklich bis zu dem Grade entkohlt ist, daß es dem Zustande der luckigen Flossen entspricht, einer weiteren Vorbereitung nicht bedarf. Dagegen hat man versucht, die Flamme aus dem Frischofen nicht unmittelbar in die Esse, sondern durch den Fuchs über den Heerd eines zweiten Flammenofens zu leiten, welcher einmal über dem Frischofen, und ein anderes mal neben dem Frischofen eingerichtet ward. Im letzten Fall konnte die Wirkung der Flamme weniger auf eine bedeutende Verminderung des Kohlengehalts des Feineisens, als darauf gerichtet seyn, das in starker Glühhitze befindliche Eisen unmittelbar aus dem Wärmofen in den Frischofen zu bringen, und dadurch die Zeit und Kohlen zu ersparen, welche erforderlich sind, um das Eisen in dem Frischofen in den Grad der Glühhitze zu versetzen, den es in dem Wärmofen, durch die Benutzung der Flamme aus dem Frischofen, ohne weiteren Zeit und Kohlenaufwand erhalten kann. Ohne Zweifel wird man in der Folge auch noch mehr darauf bedacht seyn, die glühende Luft aus dem Frischofen, welche unbenutzt aus der Esse entweicht, zu einer Vorbereitung des Feineisens anzuwenden. Im ersten Fall ließ sich aber die Heerdsohle des zweiten Flammenofens durch eine verschließbare Stichöffnung mit dem Gewölbe des Frischofens in Verbindung setzen. Man rechnete darauf, das Roheisen in dem zweiten Flammenofen in einen breiartig erweichten Zustand versetzen zu können, während das

Roheisen von den nächst vorhergegangenen Einsatz in dem Frischofen gefrischt ward. Indeß kann die Hitze, bei dem sehr strengflüssigen Feineisen, bis zu dem Grade nicht erhöhet werden, daß dasselbe im flüssigen, oder nur in einem hinreichend erweichten Zustande aus dem Flammenofen auf den Heerd des darunter liegenden Frischofens abgelassen werden könnte, und man wird sich daher darauf beschränken müssen, die Flamme bloß zum Anwärmen des Feineisens zu benutzen, obgleich auch nicht geläugnet werden kann, daß ein großer Theil des daraus entspringenden Vortheils dadurch wieder verloren geht, daß der Zug des Frischofens nicht mit der Genauigkeit abgestimmt werden kann, als es für die verschiedenen Perioden der Arbeit durchaus erforderlich ist. Deshalb haben die Wärmöfen neben den Frischöfen bis jetzt noch wenig Beifall gefunden.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen den Flammenöfen zum Verfrischen und denen zum Umschmelzen des Roheisens mit horizontalen Heerden, findet nicht statt. Die Feuerbrücke liegt gewöhnlich 9 bis 10 Zoll höher als der Heerd. Die höhere oder tiefere Lage des Rostes richtet sich im Allgemeinen nach der Beschaffenheit der Steinkohle (7. Abtheilung). Das Verhältniß der Rost- zur Heerdfläche lieber größer zu machen, als es nöthig ist, um dem Eisen die stärkste Schweißhitze zu geben, ist immer sehr anzurathen, weil bei größeren Rostflächen die Hitze länger in einer gleichmäßigen Höhe erhalten werden kann, wenn die Esse ganz geschlossen ist und wenn daher kein Nachtragen des Brennmaterials statt finden kann. Eine schnelle Abnahme der Temperatur im Ofen zur Zeit der eigentlichen Frischperiode, ist immer äußerst nachtheilig und hat einen großen Verlust an Eisen zur Folge. Die Esse muß fast durchaus luftdicht verschlossen werden können und darf daher auch keine Risse und Sprünge in dem Mauerwerk haben, weil dadurch eine Unregelmäßigkeit im Luftzuge

veranlaßt werden würde. Die Essenklappe muß deshalb den Essenkanal vollständig schließen, und der eigentliche Schacht der Esse muß durch ein Futter mit der Essenmauerung in Verbindung stehen, damit das Aufreißen der Essenmauerung verhindert wird. Ueberhaupt ist auf die Regeln zurück zu gehen, welche schon in der 7. Abtheilung vorgetragen worden sind. Die Einsetzthüre an der Seite des Flammenofens muß mit Leichtigkeit auf und nieder bewegt werden können, aber auch so fest an dem Thürfutter anschließen, daß keine Luft von außen einströmen kann, weshalb man die Fugen gewöhnlich noch mit Sand bewirft. Unten ist die Einsetzthüre mit einer etwa 5 Zoll im Quadrat großen Oeffnung versehen, welche ebenfalls durch eine kleine Thüre geöffnet und geschlossen werden kann. Dies ist die Arbeitsöffnung, weil sie dazu dient, die Werkzeuge zum Durcharbeiten des Eisens auf den Heerd zu bringen, ohne die große Einsetzthüre öffnen zu dürfen. Um das Verhalten der Eisenmasse auf dem Heerde beobachten zu können, wenn alle Thüren und Oeffnungen des Ofens verstopft sind, ist ein kleines Spähloch von etwa 1 Zoll im Durchmesser in der Einsetzthüre angebracht, welche mit einem Thonpfropfen geschlossen werden kann. Die Ziegel für die Brücke, für das Gewölbe und die Seitenmauern des Ofens, so wie für die Fuchsöffnung und für den unteren Theil des Essenschachtes, müssen im höchsten Grade feuerbeständig seyn. Ohne feuerfeste Ziegel kann die Flammenofenfrischerei mit einigem Erfolge nicht betrieben werden. In der Gestalt die man dem Heerde giebt, findet zwar keine Uebereinstimmung statt, indeß sind die Abweichungen ganz unwesentlich, wenn nur, durch ein gehöriges Verhältniß der Rostfläche zur Fuchsöffnung, eine hinreichende und nicht zu schnell abnehmende Hitze im Ofen entwickelt werden kann, und wenn sich alle Punkte der Heerdfläche ziemlich gleich stark erhitzen lassen. Die Einsetzthüre pflegt man nicht immer in der Mitte des

Heerdes, sondern etwas weiter vom Fuchs als von der Brücke entfernt anzubringen, indeß ist dies ganz unwesentlich. Bei einigen Oefen hat man die Einrichtung getroffen, zwischen der Einsetzöffnung und dem Fuchs noch eine zweite Thüre anzubringen, welche immer geschlossen bleibt, und nur dann geöffnet wird, wenn das Eisen von dem früheren Einsatz gefrischt ist, und aus dem Ofen zum Hammer oder zum Walzwerk gebracht wird. Das Ausleeren des Ofens, nämlich das Fortschaffen der gefrischten Masse zum Hammer, erfolgt successiv, und es ist eine Zeit von 10—12 Minuten erforderlich, um den Ofen ganz auszuleeren. Diese Zwischenzeit sucht man daher zu benutzen, und bringt, sobald von dem gefrischten Eisen die einzelnen Massen oder Kugeln gebildet sind, durch die zweite, zunächst dem Fuchs befindliche Thür, den neuen Einsatz in den Ofen. Wenn dann der Ofen von dem gefrischten Eisen geleert ist, zieht man diesen neuen Einsatz, welcher während des Herausschaffens des gefrischten Eisens glühend geworden ist, aus der Nähe des Fuchses über den Heerd. Diese Einrichtung ist sehr zweckmäßig. Man hat aber auch angefangen, die Heerde, folglich auch die Roste und den ganzen Ofen, breiter zu machen, und auf jeder Seite eine Thür anzubringen, so daß auf beiden entgegengesetzten Seiten in dem Ofen gearbeitet werden kann. Solche Oefen erhalten fast den doppelten Einsatz, und scheinen daher sehr vortheilhaft zu seyn. An Arbeitslöhnen wird jedoch bei einer solchen Einrichtung nicht gespart, weil die Oefen mit doppelter Arbeitsöffnung auch mit der doppelten Anzahl von Arbeitern versehen werden müssen, und die Kohlenersparung scheint mit den Unbequemlichkeiten kaum im Verhältniß zu stehen, welche daraus entspringen, daß die Arbeiter sich gegenseitig bei der Arbeit hinderlich sind. Der eigentliche Vortheil ist in der Ersparung an Raum zu suchen, welcher indeß auch nicht wesentlich seyn, und sich fast eben so vollständig erreichen lassen würde, wenn man zwei

Oefen neben einander stellt, und ihnen eine gemeinschaftliche Seitenwand zutheilt, — wenn nicht zu berücksichtigen wäre, daß zwei neben einander liegende Oefen doch immer zwei abgesonderte Essenschächte erfordern, wogegen ein großer Ofen nur eines einzigen Essenschachtes bedarf. Dieser Vortheil ist sehr erheblich, indem die Kosten der Anlage dadurch nicht unbedeutend vermindert werden. Dennoch haben die Oefen mit zwei einander entgegen stehenden Arbeitsthüren, bis jetzt noch keinen großen Beifall finden wollen, weil sie durchaus Arbeiter von ganz gleicher Geschicklichkeit verlangen, welche das Eisen in gleichen Zeitperioden zu ganz gleichen Graden der Gaare zu bringen verstehen. Bleibt einer gegen den anderen zurück, so ist ein großer Eisenverlust unvermeidlich.

Den eigentlichen Heerd des Ofens, welchem man früher eine massive Mauer, oder ein massives Gewölbe zur Unterlage gab, legt man jetzt allgemein auf gegossene eiserne Platten, welche mit der Heerdmasse bedeckt werden. Zwar hat man auch versucht, gar keine Heerdmasse anzuwenden, sondern auf der Sohle von Gußeisen unmittelbar den Frischprozeß vorzunehmen; allein man hat gefunden, daß die Platten sehr angegriffen werden, und daß dem Ofen außerdem dadurch zu viel Hitze entzogen wird, weshalb man jetzt ganz allgemein das Feineisen nicht unmittelbar auf eine gegossene Heerdsohle bringt, sondern die gußeiserne Platte mit einer Decke versieht, welche den eigentlichen Arbeitsheerd bildet. Soll auf einer gegossenen eisernen Unterlage unmittelbar gefrischt werden, so muß die eiserne Sohle 5 bis 6 Zoll dick seyn. Die Masse welche man als Decke für die Platten, oder als die eigentliche Heerdsohle anwendet, besteht sehr häufig aus Sand. In der neueren Zeit hat man indeß angefangen, sich des Hammerschlags oder des Schmiedesinters, der bei dem Auswalzen des Eisens zu Stäben bei den Stabeisenwalzwerken abfällt, mit dem besten Erfolge zu bedienen. In anderen Fällen wendet

man Schlacken aus dem Frischofen an. Auch hat man versucht, einen Frischheerd von zerstoßenem Kalkstein zu gebrauchen, allein noch nicht mit günstigem Erfolge. Den reinen Sand, der in einigen Gegenden kostbar und schwer zu erhalten ist, hat man auch durch feuerfesten Thon (durch zerstampfte unbrauchbar gewordene feuerfeste Ziegel) zu ersetzen gesucht; es scheint aber daß der Thon, — eben so wie der Kalkstein, — die Scheidung des Eisens von der sich bildenden Schlacke erschwert.

Bei dem sogenannten Schlackenfrischen bedient man sich immer einer Heerdmasse von Frischschlacken, welche man zuweilen auch mit Glühspan oder Schmiedesinter vermengt. Man sucht dazu reine Schlacken aus dem Frischofen aus, welche fein gepocht werden. Mit der gepulverten Schlacke wird die Sohle des Ofens, — sie bestehe aus feuerfesten Ziegeln oder aus gegossenen eisernen Platten, — 3 bis 4 Zoll hoch bedeckt, dann durch starke Hitze in einen breiartigen Fluß gebracht, und mit eisernen Werkzeugen geebnet, wodurch man dann die eigentliche Grundlage für das zu verfrischende Eisen, oder den Frischheerd, erhält. — Wendet man Glühspan, ohne Zusatz von Frischschlacken an, so muß man sehr vorsichtig in der Auswahl seyn und nur reinen, von Spähnen, Kohlen, Eisenbrocken u. s. f. ganz befreiten Eisensinter aussuchen. Der Sinter wird zerstampft, etwa 3 Zoll hoch über der gegossenen eisernen Unterlage ausgebreitet, und dann durch Erhitzung des Ofens in einen erweichten Zustand gesetzt, damit die Heerdfläche ganz eben und ohne Risse ausfällt. — Bedient man sich eines Sandheerdes, so ist eine große Vorsicht in der Wahl des Sandes erforderlich. Ganz reiner, und wo möglich rein gewaschener Quarzsand ist dann das beste Material. Aller Sand der bei der im Frischofen hervorgebrachten Hitze in Fluß geräth, oder vielmehr eine teigartige Consistenz erhält, oder auch nur stark zusammen sintert und Risse bekommt, ist durchaus zu

vermeiden. Der Sand wird 4 bis 5 Zoll über der gußeisernen Unterlage ausgebreitet. Wird ein Sandheerd zum ersten mal gebraucht, so muß er $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll hoch mit gepochter Frischschlacke beschüttet, und vor dem ersten Eiseneinsatz angefeuert werden, worauf man ihn ebnet, und dann erst zum Einsetzen schreitet. — Man mag übrigens eine Heerdmasse anwenden welche man will, so muß der Heerd nach jedem Frischen wieder ausgebessert werden. Es bilden sich nämlich durch die Arbeit mit Brechstangen Gruben und Risse auf dem Heerde (die letzteren zum Theil durch das Abstoßen des Eisens von der Oberfläche des Heerdes), welche wieder zugefüllt, und geebnet werden müssen. Dies geschieht durch Eintragen von gepochter Frischschlacke. Ein Heerd hält gewöhnlich nur eine Woche lang aus, und muß dann durch einen neuen ersetzt werden. Die Brücke und der Fuchs, so wie das Gewölbe, sind die Theile des Ofens, welche am mehrsten leiden, und durch die Flamme am stärksten angegriffen werden. Selten halten sie 4 Wochen lang aus, und bedürfen dann einer Auswechselung. Die Seitenwände und die übrigen Theile des Ofens müssen mehrere Monate im brauchbaren Zustande bleiben.

Zuweilen giebt man dem Heerde eine kleine Neigung nach dem Fuchs, um den Schlackenabfluß zu befördern. Bei dem Schlackenfrischen theilt man ihm wohl in der Mitte, oder in der Gegend der Einsetzöffnung, eine flache muldenartige Vertiefung zu. Sonst entledigt man sich der Schlacke auch dadurch, daß man eine wirkliche Stichöffnung unter dem Fuchs in den Heerd hinein führt. Bei dem Schlackenfrischen werden die Schlacken, welche bei dieser Arbeit in großer Menge aus dem Ofen geschafft werden müssen, sobald das Frischen beendigt ist, theils durch die Einsetzthüre ausgekrückt, theils durch einen unter der Einsetzthüre angebrachten Schlackenabstich fortgeschafft.

Die Zeichnungen Fig. 653—655. und Fig. 659—673.

stellen einige der gebräuchlichsten Einrichtungen bei den Flammenöfen zum Stabeisenfrischen dar.

Der Flammenofen, dessen Horizontaldurchschnitt nach TU in Fig. 670., der senkrechte Längendurchschnitt nach VW in Fig. 672., die Seitenansicht in Fig. 673., die hintere und vordere Ansicht in Fig. 669. und 671., und einige Details in den Zeichnungen Fig. 664. bis 668. angegeben sind, unterscheidet sich von den mehr gewöhnlichen Flammenöfen nur durch die Gestalt des Heerdbodens, welchem bei der Einsetz- und Arbeitsthüre eine große Breite zugetheilt ist. Diese Gestalt des Heerdes soll Vortheile gewähren, weil sie gestattet, daß dem teigartig erweichten Eisen, bei dem Auseinanderarbeiten auf dem am stärksten erhitzten und der oxydirenden Flamme am wenigsten ausgesetzten Theil des Heerdes, die größte Oberfläche gegeben werden kann. Der eigentliche Arbeitsheerd (er mag aus Sand, oder aus Hammerschlag u. s. f. bestehen), ruht auf einer im Ganzen gegossenen eisernen Tragplatte d, welche durch die Feuerbrücke und durch die Seitenwände des Ofens ihre feste Lage erhält, indem sie auf allen Seiten in der Mauerung eingelassen ist. Sie liegt unten ganz hohl, wodurch der Vortheil erreicht wird, daß die Luft sie kühl erhält. Weil die Heerdplatte auf allen Seiten auf fester Mauerung ruht, so ist es nicht nöthig, sie durch Tragepfeiler zu unterstützen. Das Gewölbe, die Seitenwände und die Brücke bestehen, wie immer, aus feuerfesten Ziegeln. Den Seitenwänden ist außerdem noch eine Verstärkung durch eine Mauer m aus gewöhnlichen Ziegeln gegeben. Diese Ziegelmauerung dient zugleich dazu, dem Ofen eine regelmäßige äußere Gestalt zu ertheilen, um ihn bequemer verankern zu können. Die Seitenwände des Ofens sind mit gegossenen eisernen Platten eingefaßt, welche durch senkrechte gegossene eiserne Ankerplatten i zusammengehalten werden. Diese Ankerplatten i sind durch geschmiedete

eiserne Stäbe mit einander so verbunden, daß sie nirgends ausweichen können.

Der Fuchs mündet unmittelbar in den Essenschacht, weshalb der vorderste Theil des Ofens unter der Esse steht, welche durch vier eiserne gegossene Ständer, s, getragen wird. Die Art wie die Essenmauer auf den Trageständern ruht, geht aus der Zeichnung hervor. Die Höhe der Esse beträgt 35 bis 50 Fuß, indeß ist eine Höhe von 35 Fuß die geringste, welche man der Esse zutheilen sollte. Auf den Zeichnungen bedeutet:

a. Das Schürloch, zum Eintragen der Steinkohlen auf den Rost.

b. Die Einsetzöffnung und die Einsetzthür in welcher letztern sich unten die verschließbare Oeffnung befindet, durch welche die Werkzeuge zum Bearbeiten des Eisens in den Ofen gebracht werden.

c. Der Rost, zu welchem die Luft unter dem Aschenfall strömt. Die Roststäbe werden durch einen Schlitz in der Hinterwand des Ofens eingelegt, ausgezogen, weiter auseinander oder näher zusammen gerückt. Auch dient dieser Schlitz zum Reinigen des Rostes.

d. Die gegossene eiserne Heerdplatte, welche in der Fig. 666. in der oberen und vorderen Ansicht noch besonders angegeben ist.

e. Eine aus gewöhnlichen guten Thonsteinen aufgeführte Mauer, welche zum Tragen des vorderen Theils der Heerdplatte, außerdem aber auch als Widerlage für die Masse dient, welche die eigentliche Sohle des Frischheerdes bildet.

s. Die gegossenen eisernen Trageständer für die Esse, deren Gestalt aus der Zeichnung Fig. 667. in der vorderen und Seiten-Ansicht näher hervorgeht.

g. und h. Gegossene eiserne Trageplatten für die Essenmauer, welche unmittelbar auf den Trageständern ru-

hen. In den Zeichnungen Fig. 664. und 668. ist die Gestalt der Trageplatten g und h angegeben.

i. Gegossene eiserne Ankerplatten, zum Zusammenhalten der eisernen Platten, mit welchen die Seitenwände und zum Theil die Rückwand des Ofens eingefaßt ist. Die Gestalt der Ankerplatten geht aus der Detailzeichnung Fig. 665. hervor.

k. Eine Oeffnung in der aus gewöhnlichen Ziegeln bestehenden Mauer, welche den Zwischenraum zwischen den Essen-Trageständern ausfüllt. Durch diese Oeffnung werden brennende Kohlen unter die Esse gebracht, theils um den Zug zu verstärken, theils um das schnelle Erstarren der Schlacken zu verhindern, welche durch die Fuchsöffnung über die Heerdsohle bei e ablaufen, oder abgestoßen werden.

r. Die Essenklappe mit der Zugstange.

m. Gewöhnliche Ziegelmauerung, welche zur Ausfüllung dient.

n. Die Futtermauern und die Gewölbemauerung, aus möglichst feuerfesten Thonziegeln.

o. Die Feuerbrücke.

p. Gegossene eiserne Platten, mit welchen die Seitenwände und ein Theil der Rückwand des Ofens eingefaßt ist.

Eine gewöhnlichere Einrichtung der Flammen-Frischöfen zeigen die Zeichnungen Fig. 659—663., wo Fig. 661. den Grundriß oder den Horizontaldurchschnitt des Ofens, nach der Linie NO, Fig. 660. den senkrechten Längendurchschnitt nach PQ, Fig. 662. die Seitenansicht, Fig. 663. die hintere Ansicht des Ofens, und Fig. 659. den senkrechten Querdurchschnitt nach der Linie RS des Grundrisses, mit der Ansicht der Fuchsöffnung, darstellen. Die Seitenwände des Ofens, welche aus feuerfesten Thonziegeln bestehen, werden bloß durch gegossene eiserne Platten zusammengehalten, welche mit aufstehenden Rän-

dern versehen sind, die vermittelst Schraubenlöcher und Schrauben an einander befestigt werden. Das Ofengewölbe liegt ganz unbedeckt, und hat nur über dem Rost eine Decke von gewöhnlicher Ziegelmauerung, welche zur Ausfüllung dient. Der eigentliche Frischheerd liegt ebenfalls auf gegossenen und hohl liegenden eisernen Platten, welche durch zwei Säulen unterstützt werden. Man legt mehrere Platten neben einander. Der Fuchs mündet unmittelbar in den Essenschacht. Der Kanal a dient zum Ablassen der Schlacke. In dem Gestelle b werden Steinkohlen im Brand erhalten, um das Erstarren der Schlacke zu verhindern, und das Ablaufen derselben zu befördern. Die Thüre c, mit welcher die Einsetzöffnung verschlossen wird, ist unten mit der Oeffnung zum Einbringen der Werkzeuge versehen. Diese Oeffnung wird ebenfalls so lange verschlossen gehalten, bis das Roheisen sich in einem so erweichten Zustande befindet, daß die Arbeit beginnen kann. Das kreisförmige Loch in jener Oeffnung, welches mit einem Thonpfropf zugemacht wird, dient bloß als Spähloch, um den Zustand des Roheisens zu beobachten. Die Oeffnung d unter der Arbeitsthür ist immer durch die Heerdmasse geschlossen; man bedient sich derselben, um die Schlacke abzulassen, wenn diese sich zufällig sehr anhäufen sollte; auch dient sie zum Aufbrechen des zusammengeschmolzenen und unbrauchbar gewordenen Heerdes; eeee sind ausgesparte Blendungen in der Platte, welche die Rückseite des Ofens einfaßt, um das Gewicht der Platte zu vermindern. Alle übrigen Einrichtungen des Ofens, so wie die Dimensionen der einzelnen Theile ergeben sich aus der Zeichnung.

Diejenigen Oefen, welche mit zwei Einsetzthüren versehen sind, von denen die zunächst dem Fuchs liegende den Zweck hat, das zu der folgenden Frischarbeit bestimmte Roheisen anzuwärmen, sobald die Balls von dem vorhergehenden Frischen angefertigt sind, unterscheiden sich von den Oefen mit einer

Einsetzthür nur durch ihre etwas größere Länge. Die Zeichnungen Fig. 653—655. stellen einen solchen Ofen Fig. 654. im Horizontaldurchschnitt nach EF, Fig. 653. im senkrechten Längendurchschnitt nach GH, und Fig. 655. in der Seitenansicht dar. Eine Erläuterung dieser Zeichnungen ist nicht weiter erforderlich, indem die Einrichtung des Ofens vollkommen mit der des vorigen übereinstimmt, und nur die Abweichung statt findet, daß der Heerd eine größere Länge hat, um die (immer verschlossene) Oeffnung c zum Eintragen des anzuwärmenden Feineisens anbringen zu können, und daß die gegossenen eisernen Heerdplatten nicht auf Trageständern, sondern auf Tragebalken ruhen, welche in der Mauerung des Ofens eingelassen sind.

Es versteht sich, daß man auch zwei Flammenfrischöfen an eine gemeinschaftliche Esse legt, jedem aber seinen besonderen Essenschacht zutheilt. Diese Einrichtung ist ganz übereinstimmend mit derjenigen, wie sie bei den Flammenöfen zum Umschmelzen des Roheisens statt findet.

So lange sich das Roheisen im starren Zustande befindet, erleidet es im Flammenofen, wegen der kurzen Zeit in welcher es der Hitze ausgesetzt ist, keine wesentliche Veränderung. In einem tropfbar flüssigen Zustande würde es schnell verschlackt werden, wenn die Verschlackung nicht etwa durch eine Schlackendecke verhindert wird. Diese ist aber auch die Veranlassung zu einer sehr schwach fortschreitenden Entkohlung, wenn das Eisen im flüssigen Zustande verbleibt. In dem breiartig erweichten Zustande tritt die Verschlackung ebenfalls schnell ein, wenn ein starker Luftzutritt statt findet. Ein schwacher Luftzutritt bewirkt hingegen eine unbedeutende Verschlakkung, und eine mehr oder weniger vollständige Entkohlung, wenn der breiartige Zustand durch den angemessenen Grad der Temperatur unterhalten wird. Das Roheisen kann daher mit geöffneter Klappe der Esse unbedenklich einer starken Hitze aus-

gesetzt werden, so lange es noch nicht erweicht, oder — beim Schlackenfrischen, — noch nicht geschmolzen ist. Wenn aber dieser Zustand eingetreten ist, so muß der Luftzug, durch Schließung der Essenklappe, abgeschnitten werden. Je länger der breiartige Zustand des Eisens, unter dem möglichst schwächsten Luftzutritt fortdauert, desto vollkommener wird die Kohle ohne bedeutenden Eisenverlust abgeschieden werden können. Bei der Anwendung eines viele Kohle enthaltenden Roheisens, bei welchem sich der flüssige Zustand sehr schwer, und bei dem grauen gar nicht, vermeiden läßt, noch mehr aber bei dem strengflüssigen grauen Roheisen mit geringem Kohlegehalt, würde sich durch starke Verschlackung des Roheisens nothwendig erst Schlacke bilden müssen, um durch die Einwirkung derselben auf das Roheisen einen teigartigen Zustand desselben herbeizuführen. Dieser Verschlackung begegnet man zum Theil dadurch, daß man das Roheisen zuweilen gleich mit Schlacke beschickt in den Ofen bringt. Je höher der Hitzgrad seyn muß, um das g r a u e Roheisen zu schmelzen, desto weniger ist es möglich, dasselbe durch plötzliches Erstarren in weißes Roheisen umzuändern. Deshalb thut das Begießen des aus Versehen zu stark erhitzten und dadurch flüssig gewordenen Roheisens, zwar bei dem grauen Roheisen mit großem Kohlegehalt sehr gute Dienste, fast gar keine hingegen bei dem strengflüssigen grauen Roheisen, welches theilweise immer wieder zu grauem Roheisen erstarrt. Das Begießen des flüssig gewordenen Eisens mit Wasser ist überhaupt zwar ein gutes Mittel, einen begangenen Fehler zu verbessern; allein immer ist es ein Beweis von unrichtig geführter Arbeit, oder von der Anwendung einer Roheisensorte, die für das Verfrischen in Flammenöfen wenig geeignet ist, wenn es nothwendig wird, das Eisen oft durch Wasser abzukühlen. Außerdem würde man die Anwendung des vielen Wassers schon deshalb zu vermeiden haben, weil die Oefen durch die plötzliche Abkühlung und durch die

sich entwickelnden Wasserdämpfe sehr leiden, und weil der Verbrauch an Eisen und Brennmaterial dadurch sehr vermehrt wird. Besser ist es unstreitig, das Roheisen durch zweckmäßige Vorbereitung für diesen Frischprozeß mehr geeignet zu machen. Bei dem grauen Roheisen, besonders bei dem strengflüssigen, wird sich die Anwendung von Schlacken und Wasser, zum Nachtheil für die Menge und Güte des entstehenden Produktes, nicht vermeiden lassen.

Auf die Feuerung muß eine ganz besondere Aufmerksamkeit gewendet werden. Läßt man die Kohlen auf dem Rost zu sehr niederbrennen, so kühlt sich nicht allein der Ofen sehr ab, wenn demnächst frische Kohlen eingetragen werden, sondern die Luft geht auch in großer Menge unzersetzt durch die Zwischenräume des Rostes und durch die schwache Kohlenschicht, wodurch das Eisen verschlackt wird. Das Eintragen der Kohlen muß daher schnell geschehen, und oft wiederholt werden, um den Rost stets mit brennenden und glühenden Kohlen angefüllt zu erhalten. Dies ist besonders in der Periode der Arbeit nothwendig, wenn die Arbeitsthüre geöffnet, und die Essenklappe geschlossen ist. Je geräumiger der Rostraum ist, je mehr Kohlen er also fassen kann, und je weniger oft das Eintragen von frischen Kohken erforderlich ist, mit desto besserem Erfolge wird die Frischarbeit statt finden.

Das sehr verschiedene Verhalten der verschiedenen Roheisenarten in der Schmelzhitze, und die verschiedenen Grade der Schmelzbarkeit überhaupt, machen auch eine Verschiedenheit in dem Arbeitsverfahren nothwendig. Diese findet jedoch nur in der ersten Periode der Arbeit statt, indem das sehr kohlehaltige Roheisen sowohl, als das strengflüssige, erst durch die Einwirkung der Schlacke in den Zustand gesetzt werden müssen, den das luckige Eisen (das Feineisen) sehr leicht annimmt, wenn es bis zu dem Grade erhitzt worden ist, daß es anfängt weich zu werden, und sich mit der Brechstange bearbeiten zu lassen.

Ist ein solcher Zustand bei jenen Roheisenarten, theils durch die Einwirkung der Schlacke, theils durch häufiges Begießen und Abkühlen mit Wasser, ebenfalls eingetreten, so findet ein ziemlich gleiches Verfahren statt, weil nun das Gaarwerden nicht mehr durch die Schlacke erfolgen kann, sondern durch die schwache Einwirkung der atmosphärischen Luft, bei einer möglichst großen und stets erneuerten Oberfläche des Eisens, bewirkt werden muß. Wegen dieser beständigen Erneuerung der Oberfläche des Eisens, welche durch ununterbrochenes Umrühren der Eisenmasse bewirkt wird, hat man die Flammenöfen zum Frischen des Roheisens Rühröfen (puddling furnaces) genannt. Das Schlackenfrischen und das Feineisenfrischen sind also in sofern wesentlich von einander verschieden, als bei jenem der teigartige Zustand der Eisenmasse erst durch Schlacke und durch Wasser hervorgebracht werden muß, — wobei es ganz gleichgültig ist, ob die Frischschlacke gleich beim Einschmelzen des Roheisens mit eingesetzt, oder ob sie erst nach erfolgtem Schmelzen angewendet wird; — wogegen bei diesem gar keine Schlackenzusätze angewendet werden, welche durchaus überflüssig und unwirksam seyn würden, wenn nicht etwa die Arbeit, durch eine übertriebene Erhöhung der Temperatur, fehlerhaft geführt wird.

Der gewöhnliche Einsatz zu einem Frischen ist 300 bis 350 Pfund Roheisen. Geübte Arbeiter wenden auch wohl 400 Pfund an.

Sobald das Roheisen entweder unmittelbar (bei der Anwendung des Feineisens), oder mittelbar, durch Zusätze von Frischschlacken und durch Abkühlen mit Wasser (bei der Anwendung des an Kohle reichen und des grauen Roheisens), in den teigartigen Zustand versetzt worden ist, so wird es vermittelst eines hakenförmig gebogenen Werkzeuges aufgebrochen, gewendet, und über den ganzen Heerd gleichmäßig ausgebreitet. Das Schürloch über dem Rost zum Eintragen der Koh=

len, ist dabei mehr oder weniger geöffnet, je nachdem sich das Eisen mehr oder weniger roh verhält. Die Klappe auf der Esse und die Einsetzthüre sind völlig geschlossen. Nur die Arbeitsöffnung in dieser Thür ist geöffnet, weil durch dieselbe die Werkzeuge zur Bearbeitung des Eisens in den Ofen gebracht werden. Das Eisen wird nämlich, vermittelst kleiner Brechstangen, oder auch mit Spießen, die aber nicht zugespitzt, sondern mit breiten Endflächen versehen sind, ununterbrochen durchgearbeitet, zertheilt und gewendet. Dies ist die eigentliche Frischperiode, und zugleich diejenige, bei welcher durch rasche und gewandte Arbeit, durch zweckmäßig getroffene Dispositionen bei der Feuerung, und durch vollkommen schließende Essen, der Eisenverbrand am mehrsten vermindert werden kann, bei welcher aber auch, wenn das Gegentheil von jenen Erfordernissen eintritt, der größte Eisenverlust herbeigeführt wird. Die Kohle entweicht als Kohlenorydgas mit blauen Flämmchen, wobei ein Aufbrausen und Aufkochen sichtbar und hörbar wird. Bei fortgesetzter Arbeit wird die Masse immer steifer, hat aber noch eine röthliche Farbe, welche in dem Verhältniß lichter wird, als die blauen Flämmchen weniger häufig zum Vorschein kommen, und als sich das Aufbrausen vermindert. Wäre das Eisen zu kalt geworden, so müssen das Schürloch und die Arbeitsthüre geschlossen, die Klappe auf der Esse geöffnet, und es muß eine möglichst schnelle Hitze gegeben werden, um die Esse bald wieder schließen zu können. Dies Nachfeuern muß indeß während der Frischperiode ganz vermieden werden, wenn der Gang der Arbeit und die Verhältnisse der Theile des Ofens gegen einander, richtig beobachtet worden sind. Die Beendigung der Frischperiode giebt sich durch einen trocknen und gewissermaßen sandigen Zustand der Masse zu erkennen, welcher es nur an Hitze fehlt, um die einzelnen Theilchen durch Zusammenschweißen zu vereinigen. Diesem sandartigen Zustande geht aber, bei einer richtig geführten Ar-

beit, immer eine große Zähigkeit der Masse voran, welche das Zertheilen, Wenden, Durchschneiden, Zusammenbringen und Wiederauseinanderbringen der Masse sehr beschwerlich macht. Die bei der Frischperiode entstehenden Schlacken bleiben bei der Schlackenfrischarbeit auf dem Heerde. Bei der Feineisenfrischarbeit werden sie entweder durch eine geringe Neigung des Heerdes gegen den Fuchs zum Abfließen gebracht, oder man sticht sie durch die unter dem Fuchs angebrachte Schlackenöffnung ab. Die Frischperiode dauert 40—45 Minuten, während welcher Zeit der Arbeiter unaufhörlich und angestrengt arbeiten muß, um das Zusammenbacken des noch rohen Eisens zu verhindern, und stets die Oberfläche desselben zu verändern. Hat sich aber das Ende der Frischperiode durch den sandigen Zustand der Masse zu erkennen gegeben, so muß eine schnelle und starke Hitze gegeben werden. Sobald man diese erlangt hat, werden die Essen und das Schürloch über dem Rost wieder ganz geschlossen, und es tritt nun die Schweißperiode, nämlich diejenige Periode ein, in welcher sich die durch das ununterbrochene Durcharbeiten getrennten Theilchen des Eisens, in dem starken Hitzgrade den sie durch die ihnen gegebene neue Hitze bekommen haben, mit einander vereinigen oder zusammenschweißen. Je größer der Hitzgrad ist, der dem gefrischten Eisen gegeben werden kann, desto besser wird das Eisen ausfallen, weil es dann durch beigemengtes oxydirtes Eisen und selbst durch die beigemengten Schlackentheilchen am wenigsten verunreinigt wird. Diese Beimengungen sind es ganz besonders, welche auf die Festigkeit des in Flammenöfen gefrischten Eisens sehr nachtheilig einwirken, weshalb auch aus solchen Oefen, in welchen sich der höchste Grad der Schweißhitze, bei welchem das Stabeisen dem flüssigen Zustande sehr nahe kommt, nicht hervorbringen läßt, niemals ein festes und reines Stabeisen darstellen läßt. Die Arbeit des Frischers besteht nun darin, die ganze Eisenmasse nicht zu einem Klumpen zusam-

men zu ballen, sondern sie mit seinem Werkzeuge in einzelne Theile abzutheilen, und diese zu einem kleineren Klumpen, oder zu einer Kugel (Ball) zu vereinigen. Diese Arbeit ist um so schwieriger, je geringer der Grad der Schweißhitze ist, den das gefrischte Eisen erhalten hat. Die Anzahl der Kugeln oder Balls hängt theils von der Menge des Eisens auf dem Heerde, theils von der künftigen Bestimmung des Eisens ab, ob nämlich größere oder kleinere Stäbe dargestellt werden sollen. Gewöhnlich werden, bei einem Einsatz von $2\frac{1}{2}$—3 Centner Roheisen, 6—7 Balls gemacht, und der letzte Ball wird mehrere male über den ganzen Heerd hin und her gerollt, um die einzelnen Brocken von gefrischtem Eisen, welche auf dem Heerde liegen geblieben sind, aufzunehmen. Diese Balls sind nun das gefrischte Eisen, welches auf sehr verschiedene Weise weiter bearbeitet wird.

Auf einigen Hütten werden gar keine Balls angefertigt, sondern man bringt die gefrischte Eisenmasse, in einzelnen Abtheilungen, unter das zu diesem Zweck ausgetiefte große Gesenk in dem Amboß des Stirnhammers, und bereitet auf diese Weise die Balls nicht im Ofen, sondern unter dem Hammer. Auf anderen Hütten, und zwar in den mehrsten Fällen und fast als allgemeine Regel, werden die Balls auf die angegebene Art im Frischofen gebildet, und unter dem Stirnhammer zusammen geschweißt. Man zieht dies Verfahren demjenigen vor, welches auch auf einigen Hütten angetroffen wird, die Balls zwar im Ofen zu bilden, sie aber nicht unter dem Stirnhammer zusammen zu schlagen, sondern sogleich unter das Walzwerk zu bringen. Bei der Anwendung des Stirnhammers soll das Stabeisen mehr von den mechanischen Beimengungen gereinigt werden, und daher fester ausfallen. Die Balls, so wie sie unter dem Stirnhammer oder unter dem Walzwerk zusammen gepreßt sind, müssen immer noch als ein Gemenge von Stabeisen mit vielen Schlacken und oxydirtem

Eisen betrachtet werden. Deshalb müssen sie auch noch wiederholte Schweißhitzen in den besonderen Schweißöfen erhalten, wobei ebenfalls ein verschiedenes Verfahren statt findet. Ist der letzte Ball vom Heerde weggenommen, so schöpft man, beim Schlackenfrischen, die Schlacke vom Heerde, sticht dieselbe zuweilen auch aus der dazu bestimmten Oeffnung unter der Einsetzthüre ab, reinigt den Heerd, bessert ihn aus, und schreitet zu einem neuen Einsatz. Bei der Feineisenfrischarbeit wird die wenige Schlacke auch entweder aus der Arbeitsthüre herausgekrückt, oder bei dem Fuchs abgelassen, der Heerd geebnet, reparirt u. s. f. Die Frischschlacke, welche beim Verfrischen in den Frischöfen erhalten wird, besonders diejenige vom Feineisenfrischen, sollte sich in ihrer Zusammensetzung mehr der Gaarfrischschlacke als der Rohfrischschlacke nähern. Dies ist aber bei denjenigen Oefen nicht der Fall, welche sich des Sandes (oder der gestampften feuerfesten Ziegeln, in Ermangelung des Sandes) als Heerdsohle bedienen, indem die Schlacke dann gewöhnlich so viel Kieselerde enthält, daß sie mit dem Eisenoxydul ein wirkliches Silikat, also eine Rohfrischschlacke, bildet. Auch sogar die Schlacke, welche in den Schweißöfen entsteht, nähert sich in ihrer Zusammensetzung der Rohfrischschlacke sehr viel mehr als der Gaarfrischschlacke, welches ebenfalls nur von der Anwendung der Sandheerde herrührt.

Obgleich die Steinkohle das eigentliche Brennmaterial ist, dessen man sich zum Verfrischen des Eisens in Flammenöfen, so wie für die Schweißöfen zu bedienen hat; so läßt sich der Prozeß doch natürlich auch bei gut getrocknetem Holz und bei gutem Torf verrichten. Solche Oefen müssen jedoch mit ungleich größeren Rosten und mit niedrigen, möglichst flachen Gewölben über dem Heerde versehen seyn.

Die weitere Bearbeitung welche die Balls in den Schweißöfen und unter den Walzwerken erleiden, scheint zwar nur ein Ausschweißen des Eisens und ein Auspressen der mechanisch

beigemengten Schlackentheile zu seyn; allein man kann diese Schweißarbeit mit großem Recht als eine völlige Beendigung der Frischarbeit ansehen, weil die Balls, in der starken Hitze der Schweißöfen, wirklich noch einen großen Antheil von nicht abgeschiedener Kohle, durch das Cementiren mit der atmosphärischen Luft verlieren. Deshalb trägt eine wiederholte starke Schweißhitze auch sehr wesentlich zur Verbesserung des Eisens bei, und das Eisen wird um so fester und besser, je stärker die Schweißhitze ist, und je öfter sie wiederholt wird, obgleich mehrere Schweißhitzen nothwendig einen größeren Eisenverbrand zur Folge haben. Niedrige Schweißhitzen geben, besonders bei nicht hinreichend kräftig wirkenden Walzwerken, immer ein faulbrüchiges und von mechanischen Beimengungen von oxydirtem Eisen und von Frischschlacke nicht gehörig befreites Eisen. Diese Fehler des in den Frischöfen bereiteten Stabeisens, zeigen sich in einem noch höheren Grade, wenn man das Ausstrecken in der Schweißhitze nicht unter Walzwerken verrichten kann, sondern sich der Hämmer zu bedienen gezwungen ist. Die brüchige und fehlerhafte Beschaffenheit des Eisens, welche durch mechanisch beigemengtes oxydirtes Eisen veranlaßt wird, läßt sich auf keine andere Weise heben, als durch die Anwendung des höchst möglichsten Grades der Schweißhitze.

Die Schweißöfen sind Flammenöfen mit einem niedrigen und ganz flachen Gewölbe, und mit einer niedrigen Feuerbrücke. Der Rostraum muß, im Verhältniß zum Heerde, sehr groß seyn, um eine starke Hitze erzeugen zu können. Gewöhnlich wendet man einen Sandheerd an, der auf einer massiven Mauer, auf einem massiven Gewölbe, auf eisernen, durch Tragesäulen unterstützten Platten u. s. f. ruhen kann. Statt des Sandes ist es aber vorzuziehen, sich der Lösche von den Koaks, wenigstens als obere Decke für den Sand, zu bedienen. Ein Schweißofen ist für vier, allenfalls auch für mehr Frischöfen

zureichend, wenn er durch ein kräftig wirkendes Walzwerk unterstützt wird.

Bei der Bearbeitung in den Schweißöfen und bei dem darauf folgenden Ausstrecken, erleiden die Balls noch einen sehr bedeutenden Gewichtsverlust, welcher eine Folge der ihnen noch in großer Menge beigemengten Schlacke ist, obgleich auch ein Theil des Eisens in den Schweißöfen auf der Oberfläche oxydirt und verschlackt wird. Um die Balls durch Ausschweißen und Ausstrecken zu fertigen Stäben umzuändern, wendet man nicht überall einerlei Verfahren an. Auf einigen Hütten bringt man die unter dem Stirnhammer geformten und zusammengeschlagenen Balls zuerst wieder in den Frischofen, und zwar zunächst der Feuerbrücke, um ihnen dort eine Schweißhitze zu geben. Haben sie diese erlangt, so werden sie abermals unter den Stirnhammer gebracht, und zu regelmäßigen viereckigen Stücken (Lumbs) zusammen geschlagen. Diese Lumbs werden an den Schweißofen abgegeben, erhalten eine starke Schweißhitze, und werden unter dem Walzwerk zuerst unter den quadratischen und dann unter den flachen viereckigen Oeffnungen, zu flachen Stäben (Blooms, Millbarrs) ausgestreckt. Diese flachen Stäbe kommen, in Stücken von gleicher Länge geschnitten und über einander gelegt, abermals in den Schweißofen, und werden dann zu Stäben, Kleineisen und geschnittenem Eisen, je nachdem das Eisen diese oder jene Bestimmung erhalten soll, in einer Hitze fertig gewalzt und geschnitten. — Auf anderen Werken kommen die unter dem Stirnhammer zusammengeschlagenen Balls unmittelbar unter das Präparirwalzwerk, werden dort zu flachen Stäben (Millbarr) ausgestreckt, welche kalt zerschnitten, über einander gelegt, und in Paqueten in den Schweißofen gebracht werden, von wo man sie dann sogleich zu fertigen Stäben auswalzt, und, — wenn das Eisen zu Kleineisen oder zu Schneideeisen bestimmt ist, — in derselben Hitze fertig macht. Bei dem er=

sten Verfahren erhält das Eisen eine Schweißhitze mehr, als bei dem zweiten; indeß ist das erste Verfahren nur auf wenigen Hütten gebräuchlich, weil die Frischarbeit dadurch etwas gestört wird. Will man Eisen von vorzüglicher Güte haben, so giebt man die dritte Schweißhitze auf eine zweckmäßigere Weise dadurch, daß man die Millbarrs nicht gleich zu fertigen Stäben ausstreckt, sondern zu flachem Eisen auswalzt, welches abermals in Stücken von bestimmter Länge zerschnitten, zu Paqueten über einander gelegt, und abermals in den Schweißofen gebracht wird, worauf man erst zum Auswalzen des fertigen Eisens schreitet. Bei diesem Verfahren findet zwar ein größerer Aufwand an Brennmaterial, Eisen und Löhnen statt, allein das Stabeisen wird dadurch von vorzüglicherer Güte, und steht daher auch höher im Preise als dasjenige Eisen, welches die dritte Schweißhitze nicht erhalten hat.

Bei dem Zusammenlegen der Millbarrs zu Paqueten, zerschneidet man die flachen Stäbe (welche etwa mit den Schirbeln verglichen werden können, die bei der deutschen Frischarbeit im Heerde erfolgen), zu Stücken von 1½ bis 2 Fuß Länge. Dies Zerschneiden geschieht unter einer Wasserscheere, und zwar wenn die Millbarrs schon kalt geworden sind. Gewöhnlich haben sie eine Dicke von ½ Zoll. Von diesen zerschnittenen breiten Stäben werden 6 bis 8 Stück über einander gelegt, um ein Paquet zu bilden, aus welchem demnächst beim Auswalzen ein Stab erfolgt. Von der Bestimmung des Eisens hängt es ab, ob man mehr oder weniger Stücken zu einem Paquet anwenden und zusammenschweißen will. Die Hauptsache ist nur, daß die Stücken recht gerade über einander liegen, und sich beim Einsetzen in den Schweißofen nicht verschieben, damit sie beim Herausnehmen in dem schweißwarmen Zustande, bequem unter die Walzen gebracht werden können. Die Walzen müssen eine große Umlaufsgeschwindigkeit haben, und in der Minute wenigstens 120 Umdrehungen ma-

chen. Auf einigen Hütten werden die fertigen Eisenstäbe noch in einen langen Glühofen gebracht, in welchem sie eine schnelle Glühhitze erhalten, worauf sie unter einem Stirnhammer geebnet und gerichtet werden. Dies Verfahren findet indeß nur selten noch statt, sondern man richtet und ebnet die Stäbe, in dem Augenblick wenn sie von dem Walzwerk kommen, dadurch, daß man sie, auf einer langen und glatten gegossenen eisernen Platte, mit Handhämmern gerade schlägt.

In einem Frischofen können täglich 20 Centner Stabeisen ohne große Anstrengung angefertigt werden. Man hält dafür, daß sich die Produktion in denjenigen Oefen, welche noch mit einer besonderen Thüre zum Einsetzen des Feineisens und zum Anwärmen desselben, während des Herausnehmens der fertigen Balls, versehen sind, um den vierten Theil vergrößern lasse, weil die Zeit des Weichfeuerns durch dieses vorläufige Anwärmen sehr bedeutend verkürzt wird. In den Doppelöfen mit zwei Arbeitsthüren soll die tägliche Stabeisenerzeugung bis 32 Centner und darüber steigen. Der Eisenverlust bei der Flammenofenfrischerei richtet sich, außer nach der Geschicklichkeit des Arbeiters, vorzüglich nach der Beschaffenheit des Roheisens und nach der davon wieder abhängenden Methode des Frischens. Bei der Schlackenfrischerei wird der Eisenverlust mehrere 30, oft wohl 40 Prozent betragen. Bei der Feineisenfrischerei wird der Eisenverlust mit demjenigen ziemlich übereinstimmen, welcher bei der deutschen Frischmethode in Heerden gewöhnlich statt findet. Aus 100 Pfund Roheisen werden 70 bis 73 Pfund fertiges Stabeisen dargestellt. Wenn das gefrischte Eisen zu gewöhnlichem Stabeisen ausgewalzt wird, und nur eine Schweißhitze im Schweißofen erhält, so werden auch noch wohl einige Prozent Stabeisen mehr ausgebracht; soll das Eisen aber von vorzüglicher Güte seyn, und bekommt es daher zwei Schweißhitzen im Schweißofen, so wird ein Eisenverlust von 28 Prozent schon eine gut geführte

Arbeit anzeigen. — Der Kohlenverbrauch ist so sehr von der Beschaffenheit der Steinkohlen und von der Construktion der Frisch- und Schweißöfen abhängig, daß sich kaum etwas Bestimmtes darüber sagen läßt. Man kann es als einen ganz allgemeinen Durchschnitt annehmen, daß zu 100 Pfund Stabeisen im Frischofen 110, und im Schweißofen 60 Pfund Steinkohlen erforderlich sind.

II. Von der Rennarbeit, oder von der Darstellung des Stabeisens unmittelbar aus den Erzen.

Die Vorrichtungen in welchen die Eisenerze zur unmittelbaren Darstellung des Stabeisens verschmolzen werden, nennt man Oefen oder Heerde, je nachdem über der Form ein, mit Mauerwerk oder auf irgend eine andere Art eingeschlossener, Raum zum Zusammenhalten der Erze vorhanden ist, oder nicht. Mit großer Schärfe läßt sich indeß der Unterschied zwischen den Oefen und den Heerden nicht bestimmen, weil man viele Vorrichtungen schon Heerde oder Feuer nennt, bei welchen ein niedriger Raum über der Form durch eine äußere Umfassung gebildet wird. Obgleich durch die verschiedenen Rennarbeiten sehr gutes Eisen erzeugt wird, so gestatten sie doch nur eine geringe Ausdehnung der Fabrikation. Deshalb sowohl, als wegen der sehr unvollkommenen Benutzung der Erze, ist die Anwendung der Stücköfen und der Luppenheerde sehr beschränkt, und wird in den Gegenden, wo sie noch jetzt statt findet, in dem Verhältniß in welchem die bürgerlichen Gewerbe eine größere Bedeutsamkeit erlangen, durch vollkommenere Vorrichtungen verdrängt.

1) Der Stückofen (Wolfsofen). Er ist nichts weiter als ein niedriger Blauofen, und von demselben so wenig verschieden, daß derselbe Ofen bald als Stückofen, bald als Blauofen angewendet wird, je nachdem man das Verhältniß des Erzes zu den Kohlen erhöhet oder erniedrigt. Das Produkt

des Stückofens ist roheisenartiger Stahl, dessen Kohlegehalt geringer ist als der des luckigen Flosses, aber größer als der des Stahls. Deshalb wird die gefrischte Eisenmasse (Stück, Wolf, Maß, Guß) immer noch in einem besonderen Heerde wieder umgeschmolzen und völlig gaar gemacht. Ueberhaupt befinden sich die Eisenmassen aus den Stücköfen in einem sehr ungleichartigen Zustande, indem sie theilweise aus Stabeisen, aus Stahl und aus Roheisen bestehen, welches sich dem luckigen Floß mehr oder weniger nähert. Die Stücköfen sind, vom Boden bis zur Gicht, 10 bis 18 Fuß hoch, und gewöhnlich mit einem Bauch oder Kohlensack versehen. Die niedrigen Blauöfen lassen sich daher, bloß durch die Veränderung des Erzsatzes, zur Erzeugung von Stückofeneisen anwenden. Zuweilen ist das Arbeitsgewölbe zugleich das Blasegewölbe, und dann müssen die Blasebalgen abgerückt werden, wenn das Eisen ausgebrochen werden soll. Zu diesem Zweck befindet sich unten am Boden, in der Ofenbrust, eine 2 Fuß weite und eben so hohe Oeffnung, welche beim Gange des Ofens mit Backsteinen und Lehm zugemacht ist. Wenn der Betrieb angehen soll, wird der Ofen voll Kohlen gefüllt, die Ofenbrust geschlossen, und Feuer durch die Form in den Schmelzraum gebracht, worauf man das Gebläse langsam wirken läßt, um die Kohlen zu entzünden, dann wieder in Stillstand setzt, um den Ofen nach und nach zu erwärmen. So wie die Kohlen bis zur Gicht durchgeglühet sind, läßt man das Gebläse wieder an, und bringt auf die Gicht frische Kohlen und Eisenerz, mehrentheils geschichtet, zuweilen (bei niedrigen Oefen) auch wohl unter einander gemengt; von den Erzen anfänglich nur wenig, steigt aber mit dem Satz, bis das rechte Verhältniß getroffen ist. So wie sich das Erz vor der Form zeigt, wird mit der Brechstange ein Auge in die Vorwand gestoßen, um die Schlacken abzulassen. Das reducirte Erz zieht sich durch die flüssige Schlacke auf den Boden, und sammelt sich zu ei-

ner Masse an. Die Schlackenöffnung wird nun beständig offen erhalten, und die Schlacke von Zeit zu Zeit aus der Hütte gebracht, um das zugleich mit ausgelaufene Roheisen auszuklauben. Die Schlacke des Stückofens nähert sich in ihrer Zusammensetzung der eines Silikates, dessen Eisenoxydulgehalt oft über 50 Prozent beträgt, wenn die verschmolzenen Erze nur wenig Manganoxyd enthielten. Hat sich schon viel gefrischtes Eisen im Heerde gesammelt, so müssen sich die Schlakken im Heerde anhäufen, um die Eisenmasse im Ofen nicht erkalten zu lassen. In einigen Gegenden sticht man zuerst unten, in geringer Höhe über dem Boden, eine Schlackenöffnung, und geht mit derselben, so wie auch wohl mit der Formöffnung selbst, in dem Verhältniß höher, als die Eisenmasse im Heerde mehr anwächst. Wenn sich bei der Untersuchung durch die Form ergiebt, daß sich eine ansehnliche Eisenmasse über dem Boden angesammelt hat, so läßt man den Ofen entweder niedergehen, oder man setzt einige male leere Gichten, und sobald sich die Kohlen vor der Form zeigen, wird mit dem Blasen eingehalten, worauf die durch Wasser abgekühlten Schlakken weggebrochen, dann die Vorwand aufgerissen, und das Frischstück mit Brechstangen und Haken aus dem Ofen gezogen wird. Man bringt es unter einen Wasserhammer, breitet es zu einem 3 bis 4 Zoll dicken Kuchen aus, und zerschrotet es in zwei oder mehr Stücken, welche demnächst weiter bearbeitet werden. Alsdann reinigt man den Boden, bestreut ihn mit Kohlenlösche, macht die Brust wieder mit Thon oder Backsteinen zu, und läßt das Gebläse angehen u. s. f. Das Stückofeneisen ist zuweilen noch so roheisenartig (von heißem Gange) daß es unter dem Hammer zerfällt; zuweilen aber (vom frischen Gange) besitzt es schon einen großen Grad von Geschmeidigkeit, den man gerne sieht, und daher den Erzsatz so einrichtet, daß das Eisen weniger roheisenartig ausfällt.

Auf welche Weise das Stückofeneisen in der Löschfeuer-

schmiede weiter bearbeitet wird, ist schon oben erwähnt worden. In Steyermark brachte man die zerschrotenen Stücke sonst in ein sehr flaches Feuer mit horizontal liegender Form (Halmes oder Halbmaßfeuer). In diesen, ganz mit Kohlenlösche ausgeschlagenen Heerden, wurden die Stücken zum größten Theil an der Zange abgeschmolzen. Was in der Zange zurück blieb, ward in der Regel als Rohstahl benutzt und ausgeschmiedet. Was aber abschmolz, sammelte sich im Heerde zu einer Luppe an, die ausgebrochen, und als Stabeisen zu Stäben ausgeschmiedet ward.

2) Die Blaseöfen sind ganz niedrige Stücköfen, welche noch in einigen russischen Gouvernements, in Siebenbürgen, und in der Moldau und Wallachei in großer Anzahl angetroffen werden. Das Produkt besitzt zuweilen schon eine vollkommene Geschmeidigkeit, zuweilen muß es, wegen seiner roheisenartigen Beschaffenheit, in einer Art von Löschfeuer wieder umgeschmolzen, oder wenigstens mit gaarenden Zuschlägen ausgeschweißt werden. In den schwedischen und norwegischen Dalorten schmelzt man in diesen Blase- oder Bauernöfen auf eine besondere Weise, indem man das Holz erst vor dem Angange des Schmelzens in dem Ofen selbst verkohlt. Man verarbeitet dort Raaseneisenstein (Yrke oder Oerke), welcher vorher auf offenen Roststätten in großen Haufen geröstet, und dann gepocht wird. Die Oefen haben einen gemauerten Schacht. Zum Boden wendet man Sandstein oder Grauwacke an. Der Heerd, oder der Raum unter der Form, ist 24 Zoll tief, 30 Zoll lang, 18 Zoll breit, und hat eine ovale Gestalt. Der auf diesem Heerd aufgesetzte Schacht erweitert sich kreisförmig immer mehr, so daß er, bei einer Höhe von 7 Fuß, oben auf der Gicht eine Weite von 5 Fuß im Durchmesser erhält. Nicht alle Blaseöfen haben diese Größe, indem einige nur mit einem 3 und zuweilen nur mit einem 2 Fuß hohen Schacht versehen sind. Bei den niedrigen Blaseöfen

wird die geschmolzene Masse mit Zangen oben aus der Gicht gehoben; bei größeren bleibt unten eine Oeffnung zum Ausbrechen des Eisenklumpens, wie bei den Stücköfen. Die Schächte der größeren Oefen umgiebt man zur größeren Haltbarkeit auch wohl mit Erdzimmerung, und bringt eine zur Gicht führende hölzerne Brücke an. Der Ofen wird mit fein gespaltenem Holz möglichst dicht angefüllt, so daß die gespaltenen Holzscheite noch etwas über dem Gichtkranz hervorragen. Alsdann wird das Holz angezündet, weshalb man beim Einsetzen des Holzes auch eine Quandelstange mit aufstellt, die demnächst den Zündkanal bildet. Wenn nach einer halben Stunde die Verkohlung des Holzes größtentheils geschehen ist, wird mit dem Auftragen des gerösteten Erzes der Anfang gemacht, das Gebläse aber noch nicht angelassen. Dies geschieht erst nach dem dritten oder vierten Erzsatz, der jedesmal 1 bis 1½ Schaufeln voll beträgt, je nachdem es heißer oder frischer im Heerde geht, welcher aber niemals früher gegeben wird, als bis das zuerst aufgesetzte Erz niedergeschmolzen ist. Die Schlacke wird häufig abgelassen. Wenn die Eisenmasse bis an die Form in die Höhe steigt, oder wenn die Kohlen verzehrt sind, so wird kein Erzsatz mehr gegeben, sondern der Ofen niedergeblasen, und das Eisen ausgebrochen. Dies ist gewöhnlich sehr roheisenartig, und bekommt seine Vollendung erst durch das Umschmelzen. Sobald der Ofen hinlänglich abgekühlt ist, wird zu einem zweiten Schmelzen (Rohgang) geschritten.

3) Die deutsche Luppenfrischerei weicht von der Stückofenschmelzarbeit nur darin ab, daß der Kohlenhaufen über der Form nicht durch einen festen Mantel zusammen gehalten wird. Der Heerd ist entweder aus eisernen Platten zusammengesetzt, oder er besteht aus einem gemauerten Kessel, oder aus irgend einem metallenen oder thönernen Gefäß, welches mit Kohlenlösche ausgeschlagen werden kann, und auf

solche Art einen Kohlentiegel bildet, in welchem sich das aus dem Erz reducirte und vor der Form niedergeschmolzene Eisen sammelt. Die Tiefe des Heerdes und die übrigen Dimensionen sind ziemlich verschieden, und richten sich gewöhnlich nach der Wirksamkeit des Gebläses. Die Form liegt ganz söhlig. Wenn der Heerd abgewärmt ist, wird er mit Kohlen gefüllt, und man sucht dann zuerst durch eine sehr leichtflüssige Beschickung des Erzes die Wände des Heerdes mit verschlacktem Erz zu überziehen. Man nennt dies das Ausbrennen des Heerdes, weil der Gestübbeheerd gewissermaßen ausgebrannt, und durch einen Ueberzug von verschlacktem Erz ersetzt wird. Das zu verschmelzende Erz wird schaufelweise auf den über dem Heerde aufgehäuften konischen Kohlenhaufen geworfen, durch welchen es sich nach und nach durchziehen muß. Frisches Erz wird nicht eher aufgegeben, als bis das vorige geschmolzen ist. Der Kohlenhaufen wird von Zeit zu Zeit erneuert, bis sich so viel Eisen im Heerde angesammelt hat, daß das Herausnehmen der Luppe nöthig wird. Je schneller man das Erz zum Sinken bringt, desto roher wird die Luppe. Beim zu schnellen Sinken muß der Erzsatz verstärkt, und es müssen gaarende Zuschläge angewendet werden. Bei einem zu langsamen Sinken wird der Satz vermindert, und das Gebläse verstärkt. Das fertige Frischstück wird nach dem Abräumen des Heerdes ausgebrochen, und entweder in einem Löschfeuer umgeschmolzen, wobei es oft noch einen Abgang von 30 Prozent erleidet; oder es wird zerhauen und bei der folgenden Luppe mit ausgeschmiedet, indem die mehr oder weniger gaare Beschaffenheit des Eisens bloß von dem Verhältniß des Erzes zu den Kohlen abhängt. Es läßt sich daher auch bei der Luppenfrischerei ein völlig gaares Stabeisen darstellen, obgleich das Ausbringen dann weit geringer seyn wird, als wenn die Luppe so roh ausfällt, daß sie im Löschfeuer wieder umgeschmolzen werden muß.

4) Die französische Luppenfrischarbeit unterscheidet sich von der vorigen dadurch, daß die Erze in demselben Heerde zuerst stark geröstet und reducirt, und alsdann erst geschmolzen werden, so daß der Prozeß eigentlich in zwei Abtheilungen ausgeführt wird, obgleich beide Operationen unmittelbar auf einander folgen, und die gerösteten Erze vor dem Schmelzen nicht erst aus dem Heerde genommen werden. Gewöhnlich sind die Heerde aus steinernen Platten zusammengesetzt; zuweilen bedient man sich aber auch, wenigstens auf der Form= und auf der Windseite, gegossener eiserner Platten. Die kleinsten Feuer, welche man die Katalonischen nennt (in den mittleren und östlichen Pyrenäenländern) sind 20 Zoll lang und breit, und 16 Zoll tief; die Form ist etwa 9 Zoll vom Boden entfernt. Im französischen und spanischen Navarra und in Guipuscoa sind die Feuer etwas größer. Man nennt sie die Navarrischen Luppenfeuer. Bei einer Länge von 30 und einer Breite von 24 Zoll, sind sie 24 Zoll tief, und die Form ist 14 bis 15 Zoll vom Boden entfernt. Die Biscayischen Feuer, welche in Biscaya und in einem großen Theil von Navarra angewendet werden, sind die größten, indem sie 40 Zoll lang, 30—32 Zoll breit, und 24—27 Zoll tief sind, wobei sich die Form 18 Zoll über dem Boden befindet. Alle diese Heerde sind nur in ihren Dimensionen verschieden, und müssen daher um so wirksamere Gebläse haben, je größer sie selbst sind. Das Arbeitsverfahren ist indeß ziemlich übereinstimmend. In den Katalonischen Feuern werden 3—4 Preuß. Centner, in den Navarrischen 5—6, und in den Biscayischen Heerden 7—8 Centner Erze verarbeitet, die vorher geröstet worden sind. Man giebt der Form eine so starke Neigung in den Heerd, daß der Windstrom die Mitte des Bodens trifft. Das zu einer Luppe bestimmte geröstete Erz besteht aus $\frac{2}{3}$ gröberen Erzstücken und $\frac{1}{3}$ Erzstaub, welcher durch ein nicht zu feines Sieb gegangen ist. Das feine Erz wird erst beim

Schmelzen selbst zugesetzt, das gröbere aber sogleich in den mit Kohlenlösche ausgefütterten Heerd gebracht. Zwei Drittheile, oder auch wohl nur die Hälfte von der Breite des Heerdes, nehmen die Kohlen ein, und das dritte Drittel oder die andere, der Gichtseite zugekehrte Hälfte des Heerdes, wird mit den gröberen Erzstücken angefüllt. Auf diese Art wird das Erz im Heerde, einer Mauer gleich aufgeführt, und dann mit einem Gemenge von Kohlenstaub und von angefeuchtetem durchgesiebtem Erzstaub bedeckt. Der Raum zwischen der Erzmauer und der Form ist also nur mit Kohlen ausgefüllt, welche die zum Reduciren und Schmelzen erforderliche Hitze hergeben müssen; auch werden hier die Schirbel oder Kolben von der vorigen Luppe zum Ausschmieden gewärmt. Die Erzmauer darf sich nicht verrücken, und wird daher mit angefeuchteter Kohlenlösche unterstützt. Jedesmal wenn die Flamme oben durch den Erzhaufen durchbrennen will, wird frischer durchgesiebter und angefeuchteter Erzstaub aufgetragen, um die Hitze mehr im unteren Theil des Heerdes zu concentriren, und das Zusammensinken der Erzmauer zu verhindern. In der ersten Periode der Arbeit, die 1½—2 Stunden dauert, wird das oxydirte Eisen im Erz reducirt, weshalb man nur ein schwaches Gebläse anwendet, und in dem Kohlenschacht die durch das Verbrennen der Kohlen entstehenden Lücken immer wieder ausfüllt, um die Erzmauer zu unterstützen. Wenn nach etwa 2 Stunden das Ausschmieden der Kolben von der vorigen Luppe beendigt ist, wirkt der Windstrom, der vorhin durch die im Kohlenschacht zum Ausrecken befindlichen Kolben aufgehalten ward, mehr unmittelbar auf den Fuß der Erzmauer im Heerde. Außerdem wird nun auch noch ein stärkerer Wind angewendet, um das reducirte Eisen von der Schlacke zu scheiden. Zuvor wird alle im Heerde befindliche flüssige Schlacke, welche durch den in das Feuer gebrachten Erzstaub und durch das Ausheitzen der Kolben entstanden ist, abgelassen, und die ganze

Erzwand der Form dadurch näher gerückt, daß man zwischen ihr und der Fläche welche die Windseite begränzt, Brechstangen niederstößt, ohne dabei den Zusammenhang der zusammengesinterten Erzwand aufzuheben. Sodann wird der Fuß der Wand, nämlich das untere, ganz erweichte Erz, nach und nach losgebrochen und der Form genähert, wodurch die Erzwand allmälig zum Niedersinken gebracht wird. Die Arbeit geht langsam, und wird so lange fortgesetzt, bis alles Erz niedergegangen ist. Häuft sich zu viel flüssige Schlacke an, welche die Einwirkung des Windes auf das reducirte Erz verhindern würde, so muß sie aus dem Heerde entfernt werden. Diese Schlacke nähert sich in ihrer Zusammensetzung ebenfalls der eines Silikates, oder einer Rohfrischschlacke, und enthält dabei um so mehr Eisenoxydul, je geringer der Mangangehalt des Erzes gewesen ist. Wird die Schlacke sehr flüssig, so hält man das Erz weiter von der Form entfernt; wird sie steif, so verfährt man umgekehrt. Bei einer zu steifen Schlacke wird auch Erzstaub ins Feuer gebracht, aber ungleich weniger als zu Anfange der Arbeit. Das Stauberz dient weniger dazu, das Schmelzprodukt zu vermehren, als der Schlacke die gehörige Consistenz zu geben. Bei stärkerem Winde und härteren Kohlen verbraucht man weniger Stauberz, als im entgegengesetzten Fall. Der erweichte Zustand des Erzes am Fuße der Erzmauer zeigt den Zeitpunkt an, wann zum Schmelzen geschritten werden muß, wobei es aber nothwendig ist, den Kohlenschacht immer voll Kohlen zu halten, damit die Erzwand beim Niedersinken zusammen gehalten wird. Ist sie endlich ganz niedergegangen, so werden alle im Heerde zerstreuten Erztheile zusammengebracht und dem Winde ausgesetzt, worauf zum Ausbrechen des Deuls, und dann zum Zerschroten desselben geschritten wird. Eine Schmelzung dauert etwa 6 Stunden, und wenn die Erze etwa zu 33 Prozent ausgebracht werden, so lassen sich, in größeren Feuern, wöchentlich 70—80 Centner

Stabeisen darstellen. Das Eisen fällt, wenigstens auf der Oberfläche, gewöhnlich hart und stahlartig aus. Wenn es die Absicht ist, Stahl darzustellen, so wird weniger Stauberz angewendet, um das beim Reduciren sich bildende Kohleeisen weniger durch oxydirtes Eisen zu zersetzen; — das Erz wird öfter und mit weniger Gewalt der Form genähert, um die Schmelzung zu befördern, ohne das reducirte Erz lange dem Winde auszusetzen; — die Schlacke wird öfter abgelassen, um die Einwirkung derselben auf das Eisen zu vermindern; — besonders aber wird die Arbeit langsamer betrieben, um das Eisen länger mit Kohlen vor dem Winde zu cementiren. Die Form erhält dabei eine noch größere Neigung in den Heerd, als wenn Stabeisen angefertigt werden soll. — Es sollen bei dieser Arbeit 3½ Pfund Kohlen zu 1 Pfund Stabeisen verbraucht werden. Die Anwendung der Koaks statt der Holzkohlen hat bis jetzt noch nicht gelingen wollen, wahrscheinlich weil die Hitze zu groß ist, und weil das reducirte Eisen durch den Wind wieder verschlackt wird, vielleicht auch weil die strengflüssige Asche zu viel oxydirtes Eisen zur Verschlackung erfordert. Deshalb sind auch arme Eisenerze zur Verarbeitung wenig geeignet, weil die Beimengungen derselben nur durch oxydirtes Eisen verschlackt werden können, so daß der größte Theil des Eisengehaltes der Erze dazu verwendet werden muß, und nicht zur Reduction gelangt, oder vielmehr nach erfolgter Reduction wieder zur Scheidung der Schlacke von dem wenigen, regulinisch bleibenden Eisen verwendet werden muß.

5) Die italienische Luppenfrischarbeit, welche auf der Westküste von Italien und auf der Insel Korsika ausgeübt wird, unterscheidet sich von der vorigen dadurch, daß sie die Arbeiten des Reducirens und des Schmelzens der Erze nicht unmittelbar auf einander folgen läßt, sondern sie gänzlich von einander trennt, obgleich sie beide Arbeiten auch in einem und demselben Heerde vornimmt. Sie verbraucht da-

her ungleich mehr Zeit und Kohlen als die französische Luppenfrischarbeit, und diese verdient deshalb den Vorzug. Jedesmal wird so viel Erz gebraten oder reducirt, als zu einem viermaligen Schmelzen erforderlich ist, so daß diese vier Schmelzungen und die denselben vorhergehende erste Reductionsarbeit, jedesmal ein Tagewerk ausmachen. In 24 Stunden werden 7—8 Centner Erze geröstet, gepocht, reducirt und geschmolzen. Das erste Rösten geschieht gelegentlich beim Reduciren der Erze, und die gerösteten Erze werden dann für den folgenden Tag durch Pochen vorbereitet. Der Heerd besteht aus einer mit Gestübbe ausgeschlagenen, etwa 7 Zoll tiefen halbkreisförmigen gemauerten Grube. Den Mittelpunkt dieses Halbkreises, dessen Halbmesser etwa 15 Zoll lang ist, bildet die Form. Zu Anfange der Arbeit wird die Grube einige Zoll hoch mit reiner Kohlenlösche angefüllt, so daß die Form etwa 5 Zoll vom Löschboden entfernt bleibt. Dann legt man, in einer Entfernung von 5 Zoll von der Form, eine Schicht von 5 Zoll langen Stücken Holzkohlen, als von der Form ausgehende Strahlen, rings um dieselbe. Unmittelbar hinter dieser Schicht folgt eine mehrere Zoll breite Schicht von schon geröstetem und gepochtem Erz vom vorigen Tage, und dann kommt eine etwa 4 Zoll starke Schicht von Kohlenlösche, welche durch eine äußere Mauer von ungerösteten Erzstücken (deren Zwischenräume, statt des Mörtels, mit Kohlenlösche ausgefüllt sind), eingefaßt wird, um die Schicht von Kohlenlösche zusammen zu halten. In dieser Art werden mehrere solche horizontale und hinter einander folgende Schichten von Kohlen, zunächst um die Form, dann von geröstetem und gepochtem Erz, sodann von Kohlenlösche, und zuletzt, als äußere Umgebung, von rohen Eisenerzen senkrecht über einander aufgeführt, so daß das ganze Gemäuer das Ansehen eines kleinen Ofens erhält, der etwa 3 Fuß hoch ist. Die Form bleibt frei, und ist gegen die Querschnitte der Kohlen der inneren Kohlenmauer

gerichtet. Man wendet Kohlen von Kastanienholz an, und zieht die schon gebrauchten und durch Begießen mit Wasser schwerer zerstörbaren Kohlen, den frischen vor, um die inneren Kohlenkreise zu bilden. Die Zwischenräume des Kohlenschachtes werden mit Lösche ausgefüllt, damit kein unzerlegter Windstrom zum Erzschacht gelangt. Durch den engen hohlen Schacht unmittelbar vor der Form, werden glühende Kohlen auf den Boden des Heerdes gebracht, und dann werden frische Kohlen darüber geworfen, worauf das Gebläse langsam angelassen wird. Die vor der Form niederbrennenden Kohlen werden sorgfältig niedergestoßen, und immer wieder durch frische ersetzt, damit der vor dem Erz befindliche Kohlenschacht nicht verletzt wird. Nach einer halben Stunde ist das gepochte Erz so zusammen gesintert, daß es wie eine Mauer von selbst steht, indeß ist noch immer große Vorsicht nöthig, um den Kohlenschacht nicht zu verletzen, weil von seiner Erhaltung der Fortgang der Reductionsarbeit abhängt, weshalb das Niederstoßen und Nachfüllen der verbrennenden Kohlen in dem inneren Schacht vor der Form, mit Sorgfalt geschehen muß. Wenn nach 3—4 Stunden das gepochte Erz reducirt ist, wird die äußere, aus den rohen Erzen bestehende Mauer eingerissen, und das nun geröstete Erz für die nächste Reducirarbeit gepocht. Alsdann wird die äußere Kohlenlösche weggeräumt, der innere Kohlenschacht, welcher noch unversehrt seyn muß, ausgerissen, die glühenden Kohlen werden mit Wasser gelöscht, und das reducirte Erz, welches aus regulinischem Eisen und Schlackentheilen besteht, auf der Hüttensohle ausgebreitet und ebenfalls mit Wasser gelöscht. Sodann schreitet man zum eigentlichen Schmelzen des reducirten Erzes, oder zur Anfertigung der Luppe. Der Heerd wird gereinigt, mit Kohlenlösche ausgeschüttet, und bis zur Höhe von 18 Zoll über der Form mit frischen Kohlen angefüllt. Auf diesen Kohlenhaufen legt man, der Form gegenüber, einige reducirte Erzklumpen, und

läßt das Gebläse an. So wie die Kohlen mit dem Erz niedergehen, werden sie durch frische Kohlen und durch frische Erzklumpen ersetzt, bis man den vierten Theil der reducirten Masse verwendet hat. Bei diesem Niederschmelzen kommt nur die Schlacke in Fluß; das reducirte Eisen setzt sich auf dem Boden zu einem Frischstück an, welches von Schlacke umgeben ist, die von Zeit zu Zeit abgestochen werden muß. Nach 4 bis 5 Stunden ist das zu einer Luppe erforderliche reducirte Erz niedergeschmolzen, worauf die Schlacke rein abgelassen, und die Luppe ausgebrochen wird. Diese wird unter dem Hammer zu einem Kolben geformt, welcher bei der folgenden zweiten Frischarbeit ausgeheizt und ausgeschmiedet wird.

Die Stahlbereitung.

Weil der Stahl als Stabeisen mit einem größeren Kohlegehalt zu betrachten ist, so muß auf demselben Wege und durch dieselben Verfahrungsarten, welche man zur Stabeisenerzeugung anwendet, auch Stahl dargestellt werden können, und zwar, eben so wie das Stabeisen, entweder unmittelbar aus den Erzen, oder mittelbar aus Roheisen. Letzteres geschieht bis jetzt noch immer in gewöhnlichen Frischheerden, weil man es noch nicht dahin gebracht hat, in Flammenöfen dem Roheisen den Kohlegehalt nur theilweise zu entziehen. Die Ursache des Mißlingens liegt wahrscheinlich darin, daß man es noch nicht hat bewirken können, alles Roheisen auf dem Heerde des Flammenofens gleichzeitig zu einem und demselben Grad der Gaare zu bringen, und daß man das bis zu einem gewissen Grade entkohlte Eisen nicht vor der gänzlichen Entkohlung schützen kann. Man nennt den aus den Erzen oder aus dem Roheisen dargestellten Stahl: Schmelzstahl (Rohstahl, Luppenstahl), zum Unterschiede von dem Cementstahl (Brennstahl), welcher durch anhaltendes Cementiren des Stabeisens

mit Kohle, in der erhöheten Temperatur, und mit Ausschluß der atmosphärischen Luft, dargestellt wird. Der Stahl, welcher durch Umschmelzen in Tiegeln eine größere Gleichartigkeit erhält, wird Gußstahl genannt. Der Schmelzstahl sowohl als der Brennstahl sind gewöhnlich Gemenge von härterem und weicherem Stahl, denen man, außer durch das kostbarere Umschmelzen, auch dadurch eine größere Gleichartigkeit giebt, daß man sie zu flachen Stäben ausstreckt, welche wieder zusammengeschweißt werden. Den durch solche mechanische Bearbeitung gleichartiger gewordenen Stahl, nennt man Gerbstahl oder raffinirten Stahl. Obgleich nämlich die Quantität der Kohle den Grad der Härte des gehärteten, und den Grad der Geschmeidigkeit des nicht gehärteten Stahls im Allgemeinen bestimmt, so sind die Festigkeit und die Elasticität des gehärteten Stahls doch außerdem noch von der Gleichartigkeit der ganzen Masse abhängig. Aus demselben Material läßt sich durch verschiedene Behandlung das reinste Stabeisen und der vollkommenste Stahl, aber auch ein Produkt darstellen, welches an einzelnen Stellen im höchsten Grade hart ist, und dennoch nicht Elasticität und Festigkeit genug besitzt, um auf den Namen eines guten Stahls Anspruch machen zu können. Aller Stahl, der eigentlich als ein zusammengeschweißtes Gemenge von härterem und weicherem Stahl, oder wohl gar von Stahl und von Stabeisen angesehen werden muß, kann hart seyn ohne Festigkeit und Elasticität zu besitzen; oder er kann weich und doch zugleich an einzelnen Stellen so spröde seyn, daß er, wenigstens in scharfen Schneiden und Spitzen, zum Ausbrechen geneigt ist. Die Güte des Stahls wird also nicht durch seine Härte allein, sondern auch durch seine Festigkeit und Elasticität bestimmt. Von einem Stahl der viel Festigkeit und Elasticität besitzt, pflegt man zu sagen, daß er viel Stärke oder viel Körper habe, wogegen man einen harten und dabei wenig festen und spröden Stahl, wilden Stahl zu nen-

nen pflegt. Von mehreren Stahlarten, welche gleiche Quantitäten Kohle enthalten, wird diejenige die festeste, dehnbarste und am mehrsten elastische seyn, in welcher die Kohle am gleichartigsten vertheilt ist. Es kann daher Stahl geben, der sich in einzelnen Stücken sehr hart zeigt, aber dabei spröde und wenig elastisch ist, obgleich er im Ganzen nicht mehr Kohle enthält als anderer Stahl, welcher in gleichem Grade hart, und dabei fest und elastisch ist. Durch das Raffiniren werden die aus der ungleichartigen Vertheilung der Kohle im Eisen entspringenden Fehler des Stahls zwar vermindert, aber niemals aufgehoben. Derjenige Stahl welcher mit der größten Härte die größte Stärke verbindet, ist der vollkommenste. Die gleichartige Verbindung der Kohle mit dem Eisen welche alsdann nothwendig statt finden muß, läßt sich aber nur dadurch hervorbringen, daß der Stahl, frei von Einflüssen der Kohle und der atmosphärischen Luft, lange genug und anhaltend in einem tropfbar flüssigen Zustande erhalten wird. Deshalb ist auch der Gußstahl der vollkommenste Stahl, und bei diesem Stahl wird der Gehalt an Kohle auch jedesmal den Grad der Härte und Festigkeit bestimmen, welches bei allen anderen Stahlarten nicht der Fall ist. Ein zu allen Anwendungen ganz geeigneter Stahl, würde im höchsten Grade hart und fest seyn müssen. Beide Eigenschaften lassen sich aber nicht vereinigen, weil mit einem hohen Grade von Härte, immer ein gewisser Grad von Sprödigkeit verbunden ist. Deshalb wird man auf den höchsten Grad der Härte verzichten müssen, wenn die größte Festigkeit das Haupterforderniß des Stahls seyn soll; und man wird in einem geringeren Grade auf Festigkeit des Stahls Anspruch machen, wenn der höchste Grad der Härte und Elasticität verlangt wird. Vor dem Härten muß guter Stahl, eben so wie das Stabeisen, in der gewöhnlichen und in der erhöheten Temperatur ganz geschmeidig seyn, oder er muß sich als eine harte Stabeisenart verhalten. Durch

neues Glühen nach dem Härten muß der Stahl seine Härte wieder verlieren, und so vollkommen geschmeidig werden, daß er von den härtesten Stabeisensorten nicht zu unterscheiden ist. Guter Stahl erlangt also einen höheren Grad von Härte erst durch das Ablöschen im Wasser, oder durch das Härten, wodurch er sich von dem brüchigen Eisen und von dem roheisenartigen Stahl unterscheidet. Das erstere wird durch Härten zwar noch spröder, aber nicht härter als es vorher war; und der roheisenartige Stahl wird zwar härter, und erreicht oft durch das Härten den allerhöchsten Grad der Härte; allein er bekommt nach dem Ausglühen nur einen geringen Grad von Geschmeidigkeit, der mit dem zunehmenden Kohlegehalt immer mehr abnimmt. Sprödigkeit, als Folge der durch das Härten des Stahls erlangten Härte, und Mangel an Festigkeit des Stahls sind nothwendig von einander zu unterscheiden. Das weichste Stabeisen wird durch das Härten nicht härter, aber auch nicht spröde, wenn es nicht schon vor dem Härten spröde war. Alles Eisen welches durch das Härten etwas härter wird, ist wirklich stahlartig. Je mehr der Kohlegehalt zunimmt, desto größer wird die Härte nach dem Ablöschen, und desto geringer kann der Grad der Härte seyn, bei welchem der Stahl gehärtet wird. Je spröder der Stahl nach dem Härten wird, desto schlechter ist er. Die Ursachen der Sprödigkeit können entweder in der Beschaffenheit des Eisens, oder in der ungleichartigen Vertheilung der Kohle liegen. Im ersten Fall enthielt der Stahl Bestandtheile, welche ihn schon vor dem Härten spröde machten, und dann läßt sich der Fehler durch Raffiniren nicht heben, wie es bei dem durch ungleichartige Vertheilung der Kohle spröden Stahl der Fall ist, obgleich der Stahl durch das Raffiniren immer etwas an Härte verliert. Durch das Härten erlangt aber auch der beste und in der angemessensten Glühhitze gehärtete Stahl einige Sprödigkeit, welche sich besonders bei scharfen und spitzen Werkzeugen durch Aus-

brechen der Schneiden und Spitzen zu erkennen giebt. Diese Sprödigkeit muß durch neues Erwärmen, oder durch das sogenannte Anlassen und Anlaufen, wieder weggeschafft werden. Je weicher der Stahl ist, ein desto geringerer Wärmegrad ist nöthig, um ihm die Sprödigkeit zu nehmen; je härter er ist, desto stärker muß er erhitzt werden. Aber auch alle diejenigen Stahlarbeiten, von denen man mehr Festigkeit und kräftigen Widerstand gegen die Stöße und Schläge einer von außen einwirkenden Kraft verlangt, müssen in einem stärkeren Wärmegrade anlaufen. Je härter der Stahl alsdann bleibt, ohne spröde zu seyn, für desto vorzüglicher ist er zu halten. Einem Stahl die durch den Kohlegehalt beim Härten, und nicht die durch Silicium, Phosphor u. s. f. veranlaßte Sprödigkeit zu entziehen, ist sehr leicht, weil dazu nur ein Anlaufen in einem hohen Wärmegrade gehört; allein es setzt einen vorzüglich guten Stahl voraus, der unter solchen Umständen Härte behalten und große Elasticität zeigen soll.

I. Von der Schmelzstahlbereitung unmittelbar aus den Eisenerzen.

Unmittelbar aus den Erzen wird der Schmelzstahl entweder in Stücköfen oder in Heerden bereitet. Aus den Stücköfen erzeugt man jetzt keinen Rohstahl mehr. Ehemals untersuchte man die erhaltenen Stücke aus dem Ofen, ob sie sich zu Stahl oder zu Stabeisen eignen würden, so daß der Erfolg mehr dem Zufall als dem absichtlichen Bemühen zuzuschreiben war. Die erhaltenen Stücken wurden zwischen eine Zange gefaßt, und in einem Heerde bis zur Schmelzhitze erhitzt. Wenn mehr oder weniger Eisen abgeschmolzen war, ward der in der Zange zurück gebliebene, nicht geschmolzene Klumpen zu Stahl ausgeschmiedet. Das eingeschmolzene und in den Heerd eingegangene Eisen ward, je nachdem es mehr oder weniger Kohle verloren hatte, als Stabeisen oder als

Stahl benutzt, oder, wenn es sich in einem Mittelzustande zwischen beiden befand, noch einmal etwas in die Höhe gehoben, um sich in Stabeisen umzuändern. Bei diesem unvollkommenen Verfahren konnte weder die Menge, noch die Beschaffenheit des Stahls bestimmt werden. — Eben so ist es auch nur noch wenig gebräuchlich, in den Luppenheerden absichtlich Stahl zu erzeugen. Welche Mittel alsdann aber angewendet werden, ist schon vorhin bei der französischen Luppenfrischerei erwähnt worden. Der Stahl den die Luppenschmiede zufällig erhalten, und, an der röthlichen Farbe erkennend, aus dem Heerde nehmen, wird Wolfsstahl genannt. Er ist sehr eisenhaltig, und nur zu gröberen Sachen anwendbar. Das aus den Blaseöfen erhaltene stahlartige Eisen, welches beim Ausheizen die Eigenschaften des Stahls besitzt, wird Blase- und Osmundstahl genannt. Er ist häufig ein sehr verschiedenartiges Gemenge von Stabeisen und von Stahl, in allen Graden des Kohlegehaltes und der Härte.

II. Von der Schmelzstahlbereitung aus Roheisen.

Es ereignet sich zuweilen bei dem Verfrischen des Roheisens zu Stabeisen, daß ein Theil des eingeschmolzenen und dem Windstrom am mehrsten ausgesetzt gewesenen Eisens, schon eine ungleich gaarere Beschaffenheit erhält, als das übrige Eisen. Die Suluschmiede arbeitet sogar absichtlich darauf hin, das eingeschmolzene Eisen theilweise gaar zu machen. Dies gaare Eisen ist aber oft kein reines, sondern ein mehr oder weniger hartes Stabeisen, oder auch ein wirklicher, wenn gleich sehr ungleichartiger Stahl. Die Frischer nehmen diese Stahlklumpen, welche sich durch ihre röthliche Farbe zu erkennen geben, aber sonst alle Kennzeichen des gaaren Eisens an sich tragen, zuweilen aus dem Heerde, um sie zum Verstählen ihrer Werkzeuge anzuwenden. Dieser Stahl wird Luppstahl genannt. Er ist nur ein zufälliges, und eigentlich durch ein Versehen

des Arbeiters entstandenes Produkt im Frischheerde. Soll aber aus Roheisen mit einem großen Kohlegehalt, so wie überhaupt aus Roheisen, welches in dem Frischheerde erst in den tropfbar flüssigen Zustand übergeht, ehe die Abscheidung der Kohle erfolgen kann, absichtlich Stahl und nicht Stabeisen dargestellt werden, so ändert man den Frischprozeß dahin ab, daß man das Gaarwerden des Roheisens durch eine langsame Behandlung unter dem Winde zu bewirken sucht, statt daß man es bei der Stabeisenbereitung stets über und vor dem Windstrom zu halten bemüht ist. Durch diese langsame Behandlung unter dem Winde, soll die Kohle im Eisen nach und nach verbrennen, und der Arbeiter soll es in seiner Gewalt behalten, den Prozeß in dem Augenblick zu beendigen, wenn er glaubt, daß der Stahl die nöthige Gaare erhalten hat, welches Gefühl, Erfahrung und Uebung ihn lehren. Bei der Stabeisenerzeugung würde das Frischen unter dem Winde zu langsam zum Zweck führen, und die völlige Abscheidung der Kohle doch nicht bewirken. Deshalb muß der Wind das halbflüssige Eisen bei der Stabeisenbereitung unmittelbar ergreifen können, oder das Eisen muß im fast gefrischten Zustande noch einmal vor der Form und vor dem Windstrom niederschmelzen. Wesentlich von dieser Schmelzstahlbereitung aus rohschmelzendem Roheisen, ist das Verfahren verschieden, welches bei gaarschmelzendem, weißem, seines Kohlengehaltes großentheils schon beraubtem Roheisen angewendet wird. Dies Roheisen gelangt im Heerde nicht in den flüssigen Zustand, sondern der Uebergang in Stahl wird durch das Cementiren der halb geschmolzenen Roheisenmasse über dem Windstrom bewirkt, und es muß daher als ein schon fertiger Stahl auf den Boden des Heerdes nieder gehen. Zwischen der Schmelzstahlbereitung aus solchem Roheisen und zwischen der Steyerschen Einmalschmelzarbeit, findet auch wirklich kein Unterschied statt, und die Beschaffenheit des dargestellten Produktes ist theils

von dem Kohlegehalt des weißen Roheisens, theils von der Stärke des Windes abhängig, der beim Niederschmelzen angewendet wird. Zur Stabeisenbereitung nimmt man Roheisen, welches schon mehr Kohle verloren hat (luckiges Floß, gebratenes Scheibeneisen); zur Stahlbereitung treibt man die Vorbereitung des Roheisens nicht so weit. Schmelzt man bei schwächerem Winde ein, so erhält man aus demselben Material ein stabeisenartiges Produkt, welches bei stärkerem Winde, wegen des schnelleren Niedergehens und der daraus entspringenden unvollkommeneren Entkohlung, guten Rohstahl giebt. Es kommt also bei dem gaarschmelzenden Roheisen nur darauf an, dasselbe so lange als es nöthig ist, über dem Windstrom zu erhalten. Bei dem rohschmelzenden Roheisen ist zu gewissen Perioden ein scharfer Wind erforderlich, um das Roheisen nicht schon halb gefrischt niedergehen zu lassen, und um das im Heerde schon niedergegangene Eisen, welches durch die Einwirkung des Luftstroms an der Oberfläche zur Gaare gelangt ist, wieder in einen recht flüssigen Zustand versetzen zu können, damit die Kohle in der ganzen Masse des Eisens möglichst gleichartig vertheilt wird. Das Verdicken des im Heerde eingeschmolzenen Roheisens hat vorzüglich den Zweck, daß es bei abnehmender Temperatur nicht wieder zu grauem Roheisen erstarrt, sondern eine breiartige Masse bildet, die sich bei dem theilweise erfolgenden Erstarren in weißes Eisen umändert. Das Spiegeleisen, welches unter allen Roheisenarten die leichtflüssigste ist, bedarf zum Verdicken kaum der gaaren Zuschläge, indem der Windstrom allein schon genügt; allein das leichtflüssige graue Roheisen ist wegen der höheren Temperatur die es zum Schmelzen erfordert, schon weniger geneigt, sich im Heerde in weißes Roheisen umzuändern. Sollte diese Umänderung durch den Windstrom bewirkt werden, so würde viel Eisen verschlackt werden. Deshalb muß man die Temperatur entweder durch Zusatz von fertigem Stahl oder auch von Stab-

eisen erniedrigen, — ein Verfahren bei welchem der Stahl sehr ungleichartig ausfällt; — oder man muß zu der Anwendung gaarender Zuschläge schreiten, welche mit dem flüssigen Eisen fleißig durchgerührt werden, so daß die Masse vor dem stechenden Winde zum Kochen kommt. Immer wird aber die Rohstahlfrischerei, bei welcher Spiegeleisen oder graues Roheisen von leichtflüssigen Beschickungen angewendet werden, deshalb ein unvollkommener Prozeß bleiben, weil der Erfolg ganz allein von der Fertigkeit und Uebung der Arbeiter abhängt. Bei dem weißen Roheisen mit geringem Kohlegehalt, — welches aus dem Spiegelfloß und aus dem grauen Roheisen absichtlich bereitet werden müßte, wenn die Schmelzöfen, wie gewöhnlich, diese Roheisensorten liefern, — hängt von der Geschicklichkeit der Arbeiter ungleich weniger ab, als von der Beschaffenheit, nämlich von dem Kohlegehalt des Roheisens, und von der Stärke des Windstroms, der beim Niederschmelzen angewendet wird. Dennoch zieht man in manchen Gegenden, aus hergebrachter Gewohnheit, und weil man dem guten Ruf des Stahls nicht schaden will, das Roheisen mit großem Kohlegehalt dem weißen Roheisen mit geringem Kohlegehalt vor, und es würde allerdings sehr schwierig seyn, ein anderes, den Arbeitern unbekanntes Verfahren einzuführen, indem nicht geläugnet werden kann, daß auch bei der Anwendung des weißen Roheisens mit geringem Kohlegehalt der Geschicklichkeit des Arbeiters noch viel überlassen bleiben muß.

1) Schmelzstahlbereitung aus grauem, rohschmelzendem Roheisen. Dies Verfahren ist in Norddeutschland und in Schweden, mit einigen unbedeutenden Abweichungen im Feuerbau, eingeführt. Die Zeichnungen Fig. 686—689. stellen die Einrichtung eines solchen Rohstahlfeuers vor. Fig. 687. ist ein Horizontaldurchschnitt in der Formhöhe; Fig. 688. ein senkrechter Durchschnitt nach der Linie AB; Fig. 689. ein senkrechter Durchschnitt nach der Linie GH

des Horizontaldurchschnitts, und Fig. 686. die vordere Ansicht. Es sind in diesen Figuren: a der Formzacken, mit einer Neigung von 12 Grad in den Heerd; b der Gichtzacken (Widerblase) mit einer Neigung von 3 Graden aus dem Heerde, um die Luppe (den Schrei) besser ausheben zu können; c der Hinterzacken, ebenfalls mit einer Neigung von 3 Graden aus dem Heerde; d die Bodensteine; e eine am Tragebalken der Esse aufgehängte Mauer (Augenmauer) an welcher bei der Arbeit noch ein dünnes Blech f (Fig. 689.) befestigt wird, damit die Augen des Arbeiters von der Flamme weniger leiden; m das Schlackenloch in der gegossenen eisernen Vorwand des Heerdes, welche zugleich die Stelle des Schlackenzackens vertritt. Die Einrichtung, welche man dem Vorheerde geben will, ist, wie kaum erwähnt werden darf, eben so gleichgültig, als die Einrichtungen zum Tragen der Esse. Zu dem Bodenstein wendet man Sandstein, Grauwacke u. s. f. an. Die über dem Gichtzacken liegende Platte soll dazu dienen, das Feuer besser zu schließen, und zu verhindern, daß die von Zeit zu Zeit aufzuschüttenden Kohlen sich nicht so fest vor der Gicht setzen, sondern schon entzündet in den Heerd gelangen. Die Neigung der Form beträgt 7—12 Grad. Gichtzacken und Vorheerd werden, wenn die Arbeit angeht, mit Kohlenlösche umschüttet, und der ganze Heerd wird ebenfalls mit Kohlenlösche geschlossen. Das zu verarbeitende Roheisen (Stahlkuchen) ist mit solchen Einkerbungen abgegossen, daß der Arbeiter, nach Umständen, Stücken von 20—40 Pfund schwer, leicht abschlagen kann. Ein Boden aus fest gestampfter Kohlenlösche ist wegen des vielen Rührens im Heerde mit der Brechstange nicht anwendbar, und ein gegossener Boden würde bald weggeschmolzen werden.

Die einzuschmelzenden Roheisenstücken (Heitzen) werden alle vorher bei der Gicht angewärmt, und dann einzeln nach und nach so in den Heerd gebracht, daß sie am Gichtzacken

senkrecht stehen. Der ersten Heitze giebt man einen Zusatz von Stockschlacke, damit sich der Sandsteinboden mit Schlacke bedeckt. Die Schirbel von der vorigen Luppe liegen auf der Kohlenlösche mit welcher der Hinterzacken bedeckt ist, um sich dort anzuwärmen, und die Lösche fest zu halten. Von den angewärmten Schirbeln wird einer nach dem anderen mit der Schaufel hervorgezogen, und über die Form gelegt, bis sie die zum Ausschmieden erforderliche Hitze erhalten. Die erste senkrecht bei dem Gichtzacken in den Heerd gebrachte Heitze schmelzt nach und nach leicht ein, weil der Wind tief geht. Sollte sie nicht niederrücken wollen, so hilft man mit einer kleinen Brechstange nach, und stellt sie etwas schief, näher gegen die Form. Beim Einschmelzen muß der Wind scharf geführt werden, damit das Eisen ganz flüssig in den Heerd kommt. Dann giebt man schwächeren Wind, bringt etwas Hammerschlacke in den Heerd, und rührt die Masse mit einer kleinen Brechstange so lange um, bis sie breiartig wird, und einige Zähigkeit erhält, worauf dann sogleich die zweite Heitze, welche, während der Bearbeitung der ersten, auf dem Gichtzacken lag und rothglühend geworden ist, ebenfalls senkrecht bei dem Gichtzacken in den Heerd gelassen, und bei einem starken Gebläsewechsel eingeschmolzen wird. Die erste Heitze wiegt 24—25 Pfund; die zweite ist etwas schwerer, und wiegt etwa 30 Pfund. Wenn die zweite Heitze schmelzt, muß die erste, schon breiartig gewordene, wieder ganz flüssig werden. Sollte es sehr roh gehen, so setzt man etwas Hammerschlag zu, welches indeß möglichst zu vermeiden ist. Ist die zweite Heitze eingeschmolzen, so giebt man wieder schwächeren Wind, um die Masse abermals in einen breiartigen Zustand zu versetzen. Sie muß sich zuletzt wie ein steifer Teig anfühlen lassen, jedoch nicht zu hart werden. Sodann folgt die dritte, einige 40—50 Pfund schwere Heitze, welche ebenfalls vorher auf dem Gichtzacken angewärmt worden ist. Sie wird unter einem starken Gebläsewechsel ein-

geschmolzen, um die Masse im Heerde wieder flüssig zu machen. Ist das Einschmelzen beendigt, so bringt man allenfalls etwas Hammerschlacke in den Heerd, rührt die Masse dabei stark um, und läßt das Gebläse etwas, obgleich nicht viel, langsamer gehen. Sobald man mit der Brechstange fühlt, daß sich die Masse auf dem Boden festsetzt und geschmeidig wird, wobei sich gaare Schlacke an der Brechstange anhängt, giebt man sehr scharfen Wind, und rührt dabei stark im Heerde, damit ein heftiges Kochen entsteht, wobei die Kohlen sogar gehoben werden. Mit dem Rühren wird so lange fortgefahren, bis sich das Eisen über dem Boden als ein Kuchen ausbreitet, den man so gaar werden läßt, daß man ihn mit der Brechstange gar nicht mehr durchstechen kann. Dann setzt man das vierte, einige 30 Pfund schwere Stück eben so wie die vorhergehenden ein, nur etwas mehr in die Mitte des Kuchens, so daß der Rand desselben verschont bleibt, aber die Mitte desselben durch das einschmelzende Stück bis auf den Boden durchfressen wird. Das Gebläse, welches beim Einschmelzen stark wechselte, muß nun etwas langsamer gehen, wobei man mit der Brechstange in der Mitte des Kuchens rührt, um die Masse, welche wieder aufkocht, gaar zu machen. Mit dem Umrühren wird so lange fortgefahren, bis sich das Eisen gesetzt hat. Auf dieselbe Art verfährt man mit dem fünften, ebenfalls einige 30 Pfund schweren Stück, welches sich ebenfalls durch die Mitte des Kuchens durchfressen muß. Oft wird noch ein sechstes Stück eingeschmolzen, wobei das Verfahren dasselbe ist. Die letzte Heitze muß unter schnellem Gebläsewechsel gerührt werden, damit die Luppe eben wird, und in der Mitte nicht ein Loch erhält. Bemerkt man dies, so muß das Gebläse langsamer gehen. Wenn der Stahl in diesem Zustande der Wirkung des Luftstroms lange ausgesetzt bleibt, so bekommt er eine Eisenhaut, weshalb man das Gebläse zur rechten Zeit in Stillstand setzen muß. Dieser Zeit-

punkt läßt sich theils durch das Anfühlen der Luppe mit der Brechstange bestimmen, indem die Masse ganz hart wird, theils dadurch, daß sich an der Brechstange ein kleiner weißer Vogel, oder eine gaare Schaale ansetzt. Ist das Gebläse in Stillstand gesetzt, so räumt man die Kohlen und Lösche von der Oberfläche der Luppe ab, und läßt sie einige Zeit ruhig stehen, damit sie sich abkühlt, und nichts davon am Boden hängen bleibt, wenn sie ausgebrochen wird. Sie wird dann unter dem Hammer in 6, 7 oder 8 Stücken zerhauen. Weil sie auswendig immer etwas roher ist, als in der Mitte, wo sie unmittelbar vom Windstrom getroffen wird; so werden die Schirbel in Gestalt von Pyramiden, deren Spitzen sich im Mittelpunkt der Luppe vereinigen, ausgehauen. Das Ausschmieden findet bei der Bereitung der nächstfolgenden Luppe statt. Der Prozeß erfordert geübte und kräftige Arbeiter, wegen des vielen Umrührens im Heerde. Zu 100 Pfunden preuß. Rohstahl sind 35—36 rheinl. Kubikfuß Holzkohlen erforderlich. Aus 3 Centnern Roheisen erfolgen zuweilen nur 2 Centner Rohstahl, obgleich sehr geübte Arbeiter, wenn sie gutes leichtflüssiges Roheisen verarbeiten, aus 4 Centnern Roheisen auch wohl 3 Centner Rohstahl liefern. Wöchentlich können in einem Heerde selten mehr als 25 Centner Rohstahl bereitet werden.

2) Schmelzstahlbereitung aus weißem, rohschmelzendem Roheisen. Das Verfahren ist von demjenigen, bei welchem man graues Roheisen anwendet, fast gar nicht verschieden. Nur das Verhalten des weißgaaren Roheisens, bei einem geringeren Grade der Temperatur in Fluß zu kommen, und sich ungleich schneller zu verdicken, macht eine größere Beschleunigung des Prozesses möglich, und verursacht zugleich, daß der Stahl gleichartiger ausfällt. Bei dem grauen Roheisen verliert ein Theil des Eisens beim Verdicken zuweilen schon zu viel Kohle, während ein anderer Theil noch sehr

roh geblieben ist. Die ungleichartigere Beschaffenheit des Rohstahls aus grauem Roheisen macht auch eine sorgfältigere Bearbeitung beim Ausschweißen und Ausschmieden nothwendig. Der Rohstahl aus weißgaarem Roheisen schmiedet sich leicht, und bekommt weniger oft unganze und schiefrige Stellen, welche bei dem Rohstahl aus grauem Roheisen nur mit einem großen Zeitverlust beim Ausschmieden verbessert werden können. Deshalb kann ein Hammer bei grauem Roheisen nicht mehr als ein Rohstahlfeuer versehen, wogegen man bei der Verarbeitung von Spiegeleisen mit einem Hammer zu zwei Heerden ausreicht. Bei strengflüssigem grauem Roheisen würden die Schwierigkeiten beim Frischen und Ausschmieden so groß werden, daß daraus mit Vortheil gar kein brauchbarer Rohstahl angefertigt werden kann. Bei gutem weißgaarem Roheisen liefert ein Rohstahlheerd wöchentlich 40—50 Centner Rohstahl mit einem Eisenverlust von 25—27 Prozent, und mit einem Holzkohlenverbrauch von 17—18 Kubikfuß Holzkohlen aus hartem Holz, zu 100 Preuß. Pfunden Rohstahl. Man wirft die ausgeschmiedeten Stäbe noch rothglühend in fließendes kaltes Wasser, um sie zu härten, und dann leicht zerschlagen zu können, wobei zugleich der sprödere oder härtere Stahl (Edelstahl) von dem weicheren und eisenartigeren (aus der Mitte der Luppe erfolgenden) abgesondert wird. — Auch bei der Anwendung des weißgaaren Roheisens besteht der Prozeß des Rohstahlfrischens darin, daß die zu einer Luppe bestimmten 6 oder 7 Stücken Roheisen, nach und nach an der Gichtseite eingeschmolzen werden, und daß man, jedesmal nach erfolgtem Einschmelzen eines Stückes, die dadurch ganz oder zum Theil wieder flüssig gewordene stahlartige Masse im Heerde, abermals bis zu einem gewissen Grade wieder gaar werden läßt.

Auf einigen Rohstahlhütten ist es eingeführt, nach dem Gaarmachen des dritten Stückes (der dritten Heitze), und wenn

das vierte eingesetzt und eingeschmolzen ist, altes Schmiedeeisen mit in den Heerd zu bringen, wodurch sich der Stahl natürlich früher setzt, oder gaar wird. Dieser Zusatz des alten Schmiedeeisens wird nach dem Einschmelzen des fünften und sechsten Roheisenstückes wiederholt, so daß bei einer Luppe, zu 2 Theilen Roheisen wohl zuweilen 1 Theil altes Stabeisen verwendet wird. Dies Verfahren trägt zwar zur Vergrößerung der Produktion bei, erfordert aber eine sehr sorgfältige Arbeit, weil sonst ein sehr ungleichartiger Stahl erzeugt wird. — Auf anderen Hüttenwerken ist es gebräuchlich, die Abfälle von geschmiedetem Eisen bei großen Fabriken, z. B. bei Blechhütten, Gewehrfabriken u. s. f. zur Stahlbereitung anzuwenden. Diese Abfälle werden in einem besonderen Heerde (in einer mit Kohlenlösche ausgefutterten Grube) zuerst umgeschmolzen, wodurch man eine mehr roheisenartige als stahlartige Masse erhält, die in einem Frischheerde, bei einem langsamen Wechsel des Gebläses, wieder eingeschmolzen, und mit einem Theil von den nicht umgeschmolzenen Eisenabfällen versetzt wird.

Für die Drathhütten bereitet man zuweilen eine Art Schmelzstahl, welche, wegen ihrer Härte, zu den Zieheisen sehr gesucht und geschätzt wird. Dieser Stahl, — der sogenannte wilde Stahl, — ist eigentlich eine Art von Gußstahl, der aber nur zu dem erwähnten Zweck angefertigt wird, weil er wegen seiner außerordentlichen Härte weder Geschmeidigkeit noch Schweißbarkeit besitzt, so daß er als ein wahres Mittelding zwischen Roheisen und Stahl betrachtet werden muß. Die Anfertigung dieses Stahls geschieht wie die des gewöhnlichen Rohstahls, nur daß man die Masse nicht dazu kommen läßt, sich zu einem Kuchen auf dem Boden zu setzen, sondern daß man den Stahl in dem Augenblick aus dem Schlackenloch absticht, wenn er eben aufzukochen und die Kohlen in die Höhe zu heben anfängt, welches jedesmal vor dem Gaarwerden ge-

schieht. Man giebt dem Boden dann einige Neigung nach dem Schlackenloch, damit der Stahl abfließen kann.

3) Schmelzstahlbereitung aus weißem, gaarschmelzendem Roheisen. Man bedient sich dazu, in Steyermark und zum Theil auch in Tyrol, der Flossen von einem etwas übersetzten Gange des Ofens, welche, ohne weitere Vorbereitung, in beträchtlicher Höhe über der Form in einem mit Kohlenlösche ausgefutterten Heerd niedergeschmolzen werden. Diese Heerde gleichen ganz den Hartzerrennfeuern (Fig. 575.) nur daß sie über der Form nicht mit einem Kranz von Mauersteinen umfaßt sind, welcher bei der Arbeit in diesen Heerden hinderlich seyn würde. Im Gegensatz von den Weichzerrennfeuern, in welchen Roheisen zu Stabeisen verfrischt wird, haben die Rohstahlheerde den Namen Hartzerrennheerde erhalten, und müssen nicht mit den eben so genannten Heerden verwechselt werden, in welchen das Roheisen mit großem Kohlegehalt nur umgeschmolzen und in Scheiben gerissen wird. Auch der Boden besteht bei diesen Heerden nur aus Kohlenlösche, welche auf einem steinernen oder eisernen Boden fest gestampft wird. Die Form liegt 8 Zoll über dem Boden, und hat nur eine geringe Neigung in den Heerd. Bei sehr gaar schmelzenden Flossen führt man einen völlig horizontalen oder flachen Wind, und giebt der Form nur dann einige Neigung in den Heerd, wenn das Roheisen weniger zum Gaareingehen geneigt ist. Die Umfassungswände der Heerdgrube liegen 12—14 Zoll höher als die Form, um die Kohlen zusammen zu halten, weil das Roheisen über der Form zum Schmelzen, oder zum Erweichen gebracht werden muß. Nach der Beschaffenheit der Flossen richtet sich die Stärke des Windes. Ein roherer Gang erfordert einen schwächeren Wind als ein gaarer Gang. Gaarende Zuschläge (Hammerabfälle) werden in dem Verhältniß in größerer Menge angewendet, als die Flossen weniger zum Gaargange geneigt sind. In der Regel

werden die Flossen, so wie sie vom Schmelzofen kommen, erst bei den Hämmern sortirt. Die luckigen Flossen bestimmt man sogleich zur Stabeisenbereitung, weil sie zu wenig Kohle für die Hartzerrennfeuer enthalten. Spiegelflossen würden höchstens nur in Verbindung mit luckigen Flossen angewendet werden können, indeß sucht man die Erzeugung derselben beim Blauofen zu vermeiden. Das gewöhnliche Material für die Hartzerrennhämmer sind die blumigen Flossen, welche gleich anwendbar sind, Rohstahl oder Stabeisen zu liefern. Von dem Arbeiter hängt es ab, den Gang im Feuer zu beobachten, und dem Eisen behülflich zu seyn, sich in Stabeisen oder in Stahl umzuändern. Wenn das Roheisen in den Weichzerrennheerden Neigung zeigt, beim Einrennen eine dichte Luppe zu bilden; so ist dies ein Beweis, daß es zur Rohstahlbildung geeignet ist, und dann vermeidet der Arbeiter, das Eisen wieder in die Höhe zu heben, und es dem Windstrom auszusetzen, wodurch es sich in ein härteres oder weicheres Stabeisen umändern würde. Ein geübter Arbeiter erkennt schon am Bruchansehen des Flossenstückes, ob es geneigt ist, sich gleich beim ersten Einrennen zu einer derben Stahlmasse zu setzen; oder ob es zu roh bleiben, und daher noch eines Hebens vor den Wind bedürfen würde, wodurch dann aber die Stahlbildung verhindert und zur Entstehung eines mehr oder weniger harten Stabeisens Anlaß gegeben wird. Findet er seine Vermuthung durch den Gang im Feuer bestätigt, so ist es ihm leicht, die Stahlbildung durch ein schnelles Heben der Form zu befördern, und den Wind dadurch mehr von der Masse abzuleiten, die im Heerde niedergeschmolzen ist. Bei einem richtigen Sortiren der Flossen kommt indeß nicht so leicht der Fall vor, daß dieselben wegen eines zu gaaren, oder wegen eines zu rohen Ganges (welcher letztere das abermalige Heben des niedergeschmolzenen Eisens nothwendig machen, und dadurch dann die Abscheidung von einer zu großen Menge Kohle herbeiführen

würde) auf Stabeisen benutzt werden müßten. In der Regel hilft man sich durch ein langsameres oder durch ein schnelleres Niederschmelzen, so wie es der rohere oder der gaarere Gang im Heerde jedesmal erfordert. Zuweilen werden auch die Flossen für den Hartzerrennhammer gebraten, jedoch sehr wenig, nämlich nur so viel, daß sie beim Einhalten der Zange im Feuer nicht abspringen. Man packt die Flossen, auf dieselbe Weise wie in den Weichzerrennfeuern, in Zangen, und bringt diese in dem Verhältniß wie das Ausschmieden vorschreitet, ins Feuer und näher vor den Wind. Wenn die dritte, oder die letzte Zange abgeschmolzen ist, bleibt die Luppe noch eine halbe Stunde im Heerde, weil sie sonst unter dem Hammer zerfahren würden. In einer Tagesschicht (denn in der Nacht wird nicht gearbeitet), macht man 3 Einrennen oder Schmelzen, jedes zu 160 Pfund, so daß in einem Heerde wöchentlich, oder in 6 Schichten, etwa 24 Centner Rohstahl erzeugt werden. Der Eisenverlust beträgt 10 — 14 Prozent von den rohen Flossen, und der Kohlenaufwand zu 100 Preuß. Pfunden Rohstahl ist zu 28 Kubikfuß rheinl. anzunehmen. Die Kohlen sind aus weichem Holz, und der Verbrauch würde wahrscheinlich geringer seyn, wenn die Arbeit ununterbrochen Tag und Nacht fortgesetzt würde. Die von der zerschrotenen Luppe erhaltenen Stücken, werden bei dem nächsten Einrennen ausgeheizt, und zu Quadratstäben ausgeschmiedet, welche man sogleich in kaltes fließendes Wasser wirft, um sie nach dem Ablöschen zu zerschlagen und zu sortiren. Bei diesem Sortiren beobachtet man eine große Sorgfalt, die um so nöthiger ist, je ungleichartiger die Beschaffenheit des Stahls ausfällt. Man unterscheidet den Rohstahl (Rauhstahl), welcher zur weiteren Verarbeitung an die Raffinirheerde abgegeben wird; den Mock, einen weichen Stahl, welcher nur zu rohen Schneidewaaren, zu Sensen, Sicheln, Beilen, Aexten u. s. f. verarbeitet, und als roher, nicht gegerbter Rohstahl verkauft wird, und endlich

das Zwittereisen, nämlich stahlartiges Stabeisen, welches in den Streckfeuern zu Stabeisenstäben ausgezogen, und als eine härtere Stabeisensorte in den Handel gebracht wird. Die Stahlstäbe welche nach dem Ablöschen leichten Schlägen nachgeben und brechen, werden als Rauhstahl angesehen; brechen sie aber nur nach starken Schlägen, oder gar nicht, so geben sie Mock und Zwittereisen, welche demnächst noch nach dem mehr oder weniger stahlartigen Ansehen auf der Bruchfläche sortirt werden. Der Rohstahl wird indeß vor dem Raffiniren abermals sortirt, und dabei kann nur allein das Bruchansehen das Anhalten geben. Der Rohstahl welcher nach dem Raffiniren den weichsten Stahl giebt, der den Mock indeß an Güte übertrifft, wird Zwickschmidtstahl genannt. Mittelzeug nennt man den gewöhnlichen guten Stahl; der beste, härteste und festeste Stahl wird Scharsachstahl genannt. Selten, und nur bei besonderen Bestellungen, hält man noch den Münzstahl oder Meißelstahl aus, welcher von ganz vorzüglicher Güte ist, und nicht raffinirt wird. Die Steyersche Rohstahlfrischerei aus gaarschmelzendem Roheisen ist also ebenfalls ein unvollkommener Prozeß, obgleich er wegen der guten Beschaffenheit des Materials ein gutes Produkt liefert, dessen guter Ruf im Handel jedoch nur ganz allein darauf beruhet, daß auf das Sortiren die größte Sorgfalt verwendet, und daß dabei mit großer Gewissenhaftigkeit verfahren wird. Die ungleichartige Beschaffenheit des Rohstahls wird durch das Raffiniren zwar etwas ausgeglichen, indeß läßt sich der Steyerschen Rohstahl-Schmelzerei mit Recht der Vorwurf machen, daß sie mit einem ungewissen Erfolge arbeitet, obgleich derselbe mehr von den Eigenschaften des Materials als von der Geschicklichkeit des Arbeiters abhängig wird.

Auf einigen Hüttenwerken in Tyrol ist es eine wirkliche Betriebseinrichtung, daß bei den Weichzerrennheerden die zweite Luppe in jeder Schicht, auf Stahl, bei demselben

Feuerbau verarbeitet wird. Man sucht dazu die dünnsten (also die am mehrsten Kohle haltenden) Scheiben aus, welche man auch schneller einschmelzt, und weniger mit gaaren Zuschlägen versetzt, als die Scheiben zum ersten und dritten Einschmelzen, welche auf Stabeisen verarbeitet werden. Es findet nämlich in Tyrol ebenfalls die Einrichtung statt, daß die Arbeit in den Frischheerden nicht ununterbrochen fortgeht, sondern daß nur eine Tagesschicht gemacht wird, welche aus 3 Schmelzen (jede etwa zu 4 Stunden Zeit) besteht.

4) Schmelzstahlbereitung aus weißem Roheisen mit einer Vorbereitung desselben. Die Rohstahlfrischerei welche das Roheisen für den Frischprozeß vorbereitet, ist in Deutschland unter dem Namen der Brescianarbeit bekannt. Die Vorbereitung besteht (wie bei der Hart- und Weichzerrennfrischarbeit) darin, daß das Roheisen in demselben Heerde erst eingeschmolzen (eingerennt), und dann durch einen darauf folgenden Prozeß gefrischt (gekocht) wird. Bei der Brescianarbeit pflegt man die Scheiben oder Blattln nicht so, sondern Böden zu nennen, und giebt den unmittelbar bei den Schmelzöfen gerissenen (gehobenen) Böden, den Namen saure Böden, wogegen unter dem Namen: süßer Boden, das im Heerde umgeschmolzene weiße Roheisen zu verstehen ist.

a. Die unächte Brescianarbeit. Sie bringt die in demselben Heerde vorher gehobenen Böden auf dieselbe Weise zur Gaare, wie die Steyerschen Hartzerrennhämmer das weiße, gaarschmelzende Roheisen. Der ganze Unterschied zwischen beiden Verfahrungsarten besteht also nur darin, daß die Brescianschmiede das weiße Roheisen durch das Einrennen und Scheibenreißen (Bodenheben) erst in den Zustand versetzt, in welchem die Steyerschen Hartzerrennfeuer ihr Material unmittelbar von den Schmelzöfen erhalten. Die unächte Brescianschmiede ist also, aus früher entwickelten Gründen, in sofern ein vollkommenerer Prozeß, als sie ein besseres Produkt

liefern könnte, obgleich sie mit einem größeren Aufwande an Eisen und Kohlen arbeitet. Die unächte Brescianschmiede wird in Krayn und auf einigen Brescianhämmern in Kärnthen angetroffen. Obgleich es bei dieser Arbeit gleichgültig wäre, ob das Bodenheben in demselben oder in einem besonderen Heerde vorgenommen wird, so ist es doch allgemein eingeführt, daß das Bodenheben und das darauf folgende Kochen der Böden in einem und demselben Heerde statt findet. Alle Brescianhämmer wählen die blumigen Flossen zum Einrennen vorzüglich gern, und nur wenn diese nicht zu erhalten sind, sucht man sich dadurch zu helfen, daß man harte und weiche Flossen (Spiegeleisen und luckige Flossen) gleichzeitig einrennt. Die gehobenen Böden werden niemals gebraten; aber auch niemals wendet die unächte Brescianschmiede Böden unmittelbar vom Schmelzofen an, weil diese zum Bodenkochen noch nicht hinlänglich entkohlt sind. Die unächte Brescianschmiede fängt ihre Arbeit damit an, sich eine Quantität Böden zu verschaffen. Das Feuer ist zwar gewöhnlich aus eisernen Platten zusammengesetzt; allein der Boden des Heerdes muß aus Kohlenlösche bestehen, mit welcher das ganze Feuer ausgefüttert wird. Nachdem 5—6 Centner Flossen eingerennt sind, wird zum Heben der Böden geschritten. Weil die Flossen selbst schon weniger Kohle enthalten, als das leichtflüssige graue Roheisen, und weil sie durch das Einrennen noch etwas von ihrem Kohlegehalt verlieren; so fallen die Böden immer weit stärker aus, als die Scheiben unmittelbar vom Schmelzofen. Auf das Bodenheben folgt das Kochen der Böden. Die Feuergrube wird ausgeräumt, mit Kohlen angefüllt, und es werden etwa 2 Centner Böden auf der Gicht, der Form gegenüber, angesetzt. Zeigt sich bei dem langsamen Einschmelzen ein roher, oder ein zu hitziger Gang, so wendet man gaarende Zuschläge an. Sollte sich die Masse zu schnell verdicken, und auch ein stärkerer Wind keine Aenderung bewir-

ken, so befördert man die Abscheidung der Schlacke durch einen kleinen Zusatz von Quarz, welcher augenblicklich eine größere Flüssigkeit im Heerde hervorbringt, und zur Bildung von Schlacke Anlaß giebt, die den Windstrom von dem Eisen abhält. Während des Einschmelzens zur Luppe (Gotta), findet auch das Ausschmieden der vorigen Gotta statt. Die Luppe wird in zwei Theile (Machelli) zerhauen. Mit dem Ausheitzen dieser Machelli wird bei jeder Gotta der Anfang gemacht. Die Machelli werden wieder ein jedes in vier Kölbchen (Thagoli) zerstückt, so daß jede Gotta acht Thagolen giebt, welche während des Gottakochens ausgeheitzt, unter dem Hammer zu Stäben ausgezogen, und in der Mitte durchschroten werden. Jede Gotta giebt also 18 solcher Stahlstäbe (Rapilli), welche in einem besonderen Streckfeuer zu verkaufbarem Stahl ausgereckt werden. Weder die unächte noch die ächte Brescianschmiede raffinirt ihre Produkte. Man macht von dem Stahl, je nachdem er bei dem Zerschlagen der gehärteten Stäbe eine Rose auf der Bruchfläche zeigt, oder nicht, zwei Sorten, nämlich Brescian und Romaner. Der Brescian ist der härtere und bessere, der Romaner der weiche und schlechtere Stahl. — Die unächte Brescianschmiede macht täglich drei Gotten, zu welchen jedesmal die Böden zuerst gehoben werden. Ein Heerd liefert wöchentlich 25 — 30 Centner Stahl, mit einem Eisenabgang von 25—28 Prozent. Der Kohlenverbrauch, mit Einschluß desjenigen in der Streckhütte, soll zu 100 Pfunden Stahl gegen 50 rheinl. Kubikfuß Kohlen aus weichem Holz betragen, obgleich sich der Grund zu einem so außerordentlich hohen Kohlenverbrauch nicht einsehen läßt. Von dem Brescian und Romaner werden, nach ihrer verschiedenen Güte, noch mehrere Unterabtheilungen gemacht.

b. Die ächte Brescianarbeit, welche in Tyrol, in dem größten Theil von Kärnthen, und auf einigen wenigen Rohstahlwerken in Steyermark angewendet wird, bedient sich

derselben Roheisenarten wie die unächte Brescianschmiede, mit welcher sie auch gleiche Produkte, mit einem gleichen Aufwande an Eisen und Kohlen, liefert. Sie unterscheidet sich von der unächten Brescianschmiede nur dadurch, daß sie die Böden nicht unmittelbar nach dem erfolgten Einrennen hebt (aus dem Heerde nimmt), sondern daß das eingeschmolzene Eisen (der Sauer) die Grundlage für die Gotta bildet, welche aus dem Sauer von dem zunächst vorhergegangenen Einschmelzen gekocht wird. Der Sauer liefert also das Material (die süßen Böden) für die nächstfolgende Tagesschicht. Der Anfang der Arbeit wird, wie bei der unächten Brescianarbeit, mit dem Einschmelzen der Flossen gemacht. Wenn sich die, aus festgestampfter Kohlenlösche gebildete Feuergrube schon zum Theil mit eingeschmolzenem Roheisen angefüllt hat, so wird zum Ausheitzen der Machelli von der vorigen Gotta geschritten, damit die Machelli schon eine Masse im Heerde finden, durch welche sie vor der Einwirkung der trocknen Hitze geschützt werden. Mit dem Einschmelzen der Flossen zu Sauer fährt man so lange fort, als mit Rücksicht auf die auf dem Sauer zu erzeugende Gotta, noch Raum im Heerde vorhanden ist. Weil dieser Sauer aber zugleich die Böden für die 3 Gotten der nächst folgenden Tagesschicht hergeben muß, so dürfen doch nicht weniger als 5—6 Centner Flossen eingeschmolzen werden, weshalb die Feuergrube eine, dieser Bestimmung angemessene Größe erhalten muß. Bei dem Einschmelzen der Flossen, oder bei der Anfertigung des Sauers, ist es nothwendig, einen zu steifen Gang im Heerde zu vermeiden, weshalb nöthigenfalls etwas Quarz zugesetzt wird. Nach erfolgtem Einschmelzen der Flossen wird der Heerd von Kohlen entblößt, und Sinter oder Hammerstockschlacke in die flüssige Eisenmasse gebracht, die mit diesen Zuschlägen, mittelst hölzerner Birkenstangen, so lange gerührt wird, bis sie anfängt fest zu werden, und oben eine Kruste zu erhalten. Diese Kruste ist die Unter-

lage für die nun folgenden, in einer Schicht zu erzeugenden drei Gotten. Zu einer Gotta wendet man, nach Umständen, $\frac{2}{3}$ bis $\frac{3}{4}$ süße oder weiche Böden von der vorigen Tagesschicht, und $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ saure Böden an, je nachdem die süßen Böden mehr oder weniger entkohlt sind. Auch muß die Beschaffenheit der sauren Böden natürlich auf das Verhältniß von beiden Einfluß haben. Sobald die Böden, — in derselben Art wie bei der unächten Brescianschmiede, — eingeschmolzen sind, wird die Gotta ausgebrochen, zerhauen u. s. f., worauf süße und saure Böden zur zweiten Gotta angesetzt werden. Nach der zweiten, folgt die Anfertigung der dritten Gotta, und sobald auch diese zerschroten ist, wird der Sauer, welcher den drei Gotten als Frischboden oder als Unterlage diente, ausgebrochen, um die süßen Böden für die in der künftigen Schicht zu erzeugenden drei Gotten zu geben. Der Sauer wird in Gestalt von unförmlichen, dicken Böden, größtentheils aber in einzelnen Stücken, aus dem Feuer genommen. Die erste Gotta erfordert eine Zeit von 6—7 Stunden, weil vorher der Sauer gemacht werden muß. Die folgenden beiden Gotten sind, eine jede in einer Zeit von etwa 4 Stunden angefertigt, so daß die Tagesschicht 14—15 Stunden dauert. Das Ausbrechen der Gotten geschieht gewöhnlich erst $\frac{1}{4}$ Stunde später als die letzten Böden eingeschmolzen sind, weil die Masse sonst nicht zusammenhalten würde. Man unterscheidet ebenfalls Brescian und Romaner Stahl, mit mehreren Unterabtheilungen, zu welchen theils die Rosen, theils der Grad der Zersprengbarkeit der Stäbe, theils das Bruchansehen das Anhalten geben. Den eisenartigen Stahl, oder den Ausschuß und die Abgänge (Refudi) wendet man, theils beim Einschmelzen der Flossen zu Sauer, theils beim Gottakochen selbst, als Zuschläge in den Fällen an, wenn es zu roh im Feuer geht. Die unächte Brescianschmiede bedient sich der Refudi zu demselben Zweck, sowohl beim Bodenheben als beim Gottakochen. — Die ächte

Brescianschmiede liefert von einem Heerde wöchentlich auch 25—30 Centner Stahl, mit nicht geringerem Aufwand von Eisen und Kohlen wie die unächte. — Um die Kruste des Sauers nicht zu verletzen, und um zu verhüten, daß sich die Gotten nicht zu tief einfressen, muß ein flüssiger Gang beim Gottakochen, welcher auch außerdem dem Gaarwerden hinderlich seyn würde, vermieden werden. Bei dem langsamen Einschmelzen und bei der schon ziemlich gaaren Beschaffenheit der weichen oder der süßen Böden, ist ein roher Gang so leicht nicht zu befürchten; sollte er aber eintreten, so müssen gaarende Zuschläge, oder auch Refudi in größerer Menge angewendet werden.

III. Von der Cement- oder Brennstahl-Bereitung.

Durch das anhaltende Glühen des Stabeisens mit Kohle, ohne Luftzutritt, ändert sich das Eisen immer nur in Stahl, und niemals in Roheisen um, so lange die Glühhitze den Grad der Temperatur bei welchem die Schmelzung erfolgt, noch nicht erreicht hat. Wird das mit Kohle lange cementirte Eisen plötzlich im Wasser abgelöscht, so erhält man gehärteten Stahl von allen Graden der Härte. Erkalten die Stäbe langsam, so bildet sich weicher Stahl (ein Gemenge? von Eisen und von einem Polykarburet des Eisens), War die Temperatur bis zum Schmelzen gesteigert, so würde bei plötzlichem Erstarren weißes Roheisen entstehen; weil aber die Erstarrung des durch ein Versehen bei der Arbeit flüssig gewordenen Metalles immer nur langsam erfolgt; so findet sich der durch einen Zufall geschmolzene Cementstahl stets in graues Roheisen verwandelt. Diese Erfolge entsprechen ganz dem Verhalten der Kohle mit dem Eisen in den verschiedenen Graden der Temperatur, und bei dem langsamen oder plötzlichen Erstarren. Damit sich die Kohle im reinen Zustande, als Graphit, ausscheiden kann, bedarf es immer nicht nur eines vollkommen flüssigen Zustan-

des der Masse, sondern auch eines die Schmelzhitze noch übertreffenden Hitzgrades, verbunden mit einer langsamen Erstarrung. Die in dem Cementirkasten langsam erkalteten Stahlstäbe verhalten sich sehr spröde und brüchig, und an diesem Verhalten läßt es sich erkennen, ob die Verwandlung des Eisens in Stahl vollständig statt gefunden hat. Die Ursache dieser Brüchigkeit ist schwer zu erklären. Es scheint dabei bloß eine mechanische Ursache, nämlich eine Auflockerung und Trennung der Eisentheilchen zum Grunde zu liegen, denn eine Folge der Härte ist sie durchaus nicht, weil die langsam erkalteten Stäbe keine bedeutend größere Härte zeigen, als das Stabeisen aus welchem der Cementstahl entstanden ist. Durch das Cementiren läßt sich der härteste und der weichste Stahl darstellen, weil man es ganz in seiner Gewalt hat, den Prozeß aufhören zu lassen, oder länger fortzusetzen. Aber der Brennstahl besitzt nicht die Eigenschaften welche man von einem vorzüglichen Stahl erwartet. Durch das bloße Glühen des Eisens mit Kohle, ohne die Masse in einen tropfbar flüssigen Zustand zu setzen, erfolgt keine gleichartige Verbindung beider Körper. Die äußeren Schichten des Eisens sind schon Stahl, wenn der mittlere Kern noch Eisen ist; jene sind schon zu härterem Stahl geworden, wenn dieser weicher Stahl zu werden beginnt u. s. f. Bei dünneren Stäben müßte sich diese Ungleichartigkeit in einem geringeren Grade offenbaren als bei dickeren Stäben, und so ist es auch wirklich. Aber ökonomische Rücksichten gestatten es nicht, das zu cementirende Eisen in dünnen Stäben anzuwenden. Man wendet daher ein anderes Mittel an, dem Cementstahl eine größere Gleichartigkeit zu verschaffen, nämlich das Raffiniren. Dadurch läßt sich indeß die Gleichartigkeit nur bis zu einem gewissen Grade hervorbringen; auch verliert der Stahl, durch die unvermeidliche Einwirkung der atmosphärischen Luft beim Raffiniren, um so mehr an seiner Härte, je mehr man die Gleichartigkeit

durch wiederholtes Raffiniren befördern will. Ganz gleichartig würde der Stahl nur dann werden, wenn er geschmolzen, und im flüssigen Zustande anhaltend umgerührt wird.

Im Großen bewirkt man die Umwandlung des Stabeisens in Stahl durch Cementiren mit Kohle dadurch, daß man das zu cementirende Stabeisen in verschlossenen Gefäßen, oder in Kasten, mit Kohlenstaub schichtet, und die besetzten Kasten in besonderen Oefen, — Brennstahlöfen, Cementiröfen, — so lange in Glühhitze erhält, bis das Eisen hinlänglich mit Kohle durchdrungen ist. Wegen des großen Gewichtes der beladenen Kasten, und weil dieselben aus Massen angefertigt werden müssen, welche keine Stöße und Erschütterungen aushalten, richtet man die Kasten nicht beweglich ein, sondern setzt sie unmittelbar mit dem Heerde der Oefen in Verbindung. Die Cementirkasten sind 6—16 Fuß lang, 26—36 Zoll breit, und 28—36 Zoll hoch. Eine zu große Breite ist nachtheilig, weil die in der Mitte des Kastens liegenden Stäbe nicht hinlänglich erhitzt werden können, indem die Kohle ein schlechter Wärmeleiter ist. Man fertigt die Kasten aus feuerbeständigem Thon, oder aus feuerfesten Ziegeln an. Der Thon darf nicht so fett seyn, daß er aufreißt. Die Wände werden einige Zoll dick gemacht, und bei dem ersten Anwärmen muß große Vorsicht angewendet werden, damit nicht Risse entstehen, durch welche die atmosphärische Luft in die Kasten treten würde. Am bequemsten ist es, die Kasten aus feuerfesten Thonziegeln zusammen zu setzen, und die Ziegel möglichst lang und breit zu machen. Die Ziegelplatten erhalten dann über einander greifende Falzen, um sie recht genau mit einander zu verbinden. Häufig setzt man auch die beiden kurzen Seitenwände der Kasten mit den Seitenmauern des Ofens unmittelbar in Verbindung, so daß die Kasten nur aus drei Wänden, nämlich aus dem Boden und aus den beiden langen Seitenwänden bestehen. Oft giebt man dem Kasten aber auch besondere

kurze Seitenwände, und setzt sie aus fünf Flächen, nämlich aus dem Boden, aus den beiden langen und den beiden schmalen Seitenwänden zusammen. Die Oefen in welchen die Cementirkasten der Glühhitze ausgesetzt werden, müssen im Allgemeinen so beschaffen seyn, daß durch eine unverhältnißmäßig große Höhe und Weite, die Hitze nicht zerstreut und von den Kasten abgeleitet wird, daß die Kasten von allen Seiten gleich stark erhitzt werden, und daß man die Hitze durch Register oder durch Zugöffnungen zu stimmen, nämlich nach Umständen zu schwächen oder zu verstärken im Stande ist. Daher dürfen auch die Kasten mit ihren Böden nicht unmittelbar auf den Heerd des Ofens gestellt werden, sondern sie müssen auf Unterlagen und hohl stehen, damit sie von der glühenden Luft oder von der Flamme überall getroffen und umspielt werden können. Das Gewölbe unter welchem die Kasten stehen, muß ferner möglichst niedrig seyn, damit die Kasten oben nicht kalt bleiben. Den Grad der Hitze pflegt man gewöhnlich durch Oeffnungen im Gewölbe des Ofens, die man noch mit aufgesetzten Röhren (Windpfeifen) versehen kann, und durch die Luftmenge zu reguliren, welche man zu dem Brennmaterial strömen läßt.

Als Brennmaterial für die Cementiröfen bediente man sich früher der Holzkohlen, jetzt fast nur noch des Holzes und der Steinkohlen, indem man die Kasten nicht durch die glühenden Kohlen unmittelbar, sondern durch die Flamme des verbrennenden nicht verkohlten Brennmaterials in Glühhitze erhält. Auch guter Torf kann, bei gehöriger Einrichtung der Feuerung, sehr füglich angewendet werden. Bei den Cementiröfen welche mit Holzkohlen gefeuert werden, stehen die Kasten in der Mitte eines Gewölbes, welches den Ofen bildet, der eigentlich bloß aus einem hohlen Raum besteht, welcher, außer mit den Cementirkasten, noch mit glühenden Kohlen ausgefüllt ist. Die Kasten stehen nicht unmittelbar auf der

Sohle des Ofens, sondern auf kleinen Erhöhungen, weil sich unten an der Sohle die Oeffnungen zum Zuströmen der atmosphärischen Luft befinden. Das Gewölbe des Ofens ist mit Oeffnungen zum Ausströmen der Flamme versehen, von deren weiterem Oeffnen oder engerem Schließen, die Intensität der beim Verbrennen der Kohlen sich entwickelnden Hitze abhängt. Man erkennt an der Farbe der Flamme und der Windpfeifen, ob alle Zugöffnungen einen gleich starken Zug haben, ob die eine mehr geschlossen, die andere mehr geöffnet, ob eine stärkere Hitze überhaupt gegeben werden muß u. s. f. Bei der Beendigung eines Brandes müssen alle Pfeifen gleichmäßig stark erhitzt, und weißglühend seyn. Das Nachfüllen der Kohlen geschieht durch Röhren, welche unter der Kuppel oder unter dem Gewölbe des Ofens angebracht sind, und durch welche der Ofen beständig mit Kohlen gefüllt erhalten wird. Man darf die Kohlen nicht zu tief niederbrennen lassen, weil der Ofen dadurch zu sehr abgekühlt wird. Deshalb sind die Röhren immer mit Kohlen angefüllt, welche schon vorläufig angeglühet sind, ehe sie in den Ofen rücken. Diese Oefen verzehren eine große Menge von Kohlen, die theilweise ohne bedeutende Wirkung verbrennen, weshalb man die Anwendung der Holzkohlen nur noch sehr selten und auf alten Hüttenwerken antrifft. Fast ganz allgemein sind die Stahl-Cementiröfen jetzt auf Flammenfeuerung eingerichtet. Man mag sich dazu eines Brennmaterials bedienen welches man will, so haben die Cementiröfen doch in der Hauptsache dieselbe Construktion, und weichen bloß darin von einander ab, daß die Steinkohlenöfen kleinere und engere, die Holzöfen größere und weitere Feuerungsräume erfordern. Bei einer bedeutenden Länge der Cementirkasten und der Oefen, wird das Brennmaterial von zwei entgegengesetzten Seiten des Ofens auf den Rost gebracht, um die Hitze gleichmäßiger zu vertheilen. Der Rost, oder die Feuergasse, theilt den eigentlichen Heerd des Ofens, auf wel-

chem die Cementirkasten stehen, in zwei Hälften. Man giebt dem Heerde aber immer die viereckige Gestalt, weil auch die Kasten eckig sind. Die söhlige Entfernung des Rostes in der Feuergasse von der Heerdfläche, ist, eben so wie seine Breite, von der Beschaffenheit des Brennmaterials abhängig. Bei Holzfeuerung und bei Steinkohlen die viel Flamme geben, liegt der Rost tiefer als bei mageren Kohlen. Wenn die Feuerung mit Holz geschieht, so muß der Rost breit seyn, um mehr Brennmaterial fassen zu können. Dadurch wird auch der Ofen breiter, und das Gewölbe über dem Heerde und den Kasten höher. Es entsteht dadurch nicht allein zwischen den beiden Kasten, sondern auch über denselben, ein weiter Raum, den man zweckmäßig dazu benutzt hat, noch einen dritten Kasten auf durchbrochenen gewölbten Bogen über der Feuergasse, oder auf einer sogenannten Gurtmauerung aufzustellen. Bei der Steinkohlenfeuerung ist ein so breiter Rost nicht erforderlich, weshalb auch der ganze Ofen eine geringere Breite, so wie das Gewölbe eine geringere Höhe erhält. Aber auch bei diesen mit zwei Kasten eingerichteten Oefen spannt man über den Rost eine Gurtmauerung, oder durchbrochene Bogen, damit der von dem Rost aufsteigende Flammenstrom ein Hinderniß findet, und nicht unmittelbar oben aus den Oeffnungen im Gewölbe einen Abzug sucht, sondern nach beiden Seiten unter dem hohl stehenden Boden der Kasten abgelenkt wird, und sich nach allen Theilen des Ofens gleichförmiger verbreitet. Die Kuppel, oder das Gewölbe des Ofens, besteht aus feuerfestem Thon, oder aus Thonziegeln. Die Oeffnungen im Gewölbe, welche zum Abzuge der Flamme dienen, sind mit Schiebern oder mit einem passenden Thondeckel versehen, um sie ganz verschließen, oder mehr und weniger öffnen zu können. Die Zeichnungen Fig. 674—677. stellen einen Cementirofen zur Holzfeuerung mit drei Kasten, und die Zeichnungen

Fig. 678—681. einen Cementirofen zur Steinkohlenfeuerung mit zwei Kasten dar.

Bei den Stahl-Cementiröfen mit Holzfeuerung, die mit 3 Kasten versehen sind, ruhet der mittlere Kasten auf der durchbrochenen gewölbten Gurtmauer, welche über dem Rost geschlagen ist. Die beiden anderen Kasten stehen auf gemauerten, durch Zwischenräume unterbrochenen niedrigen Pfeilern oder Balken, so daß die Flamme, welche sich vom Rost erhebt, nicht allein den Boden von allen drei Kasten, sondern auch alle Seitenwände derselben umspielen kann. Der mittlere Kasten steht, wegen der gewölbeartigen Mauer über dem Rost, etwas höher als die anderen beiden Kasten, allein er erhält deshalb keine geringere Höhe, weil er sich dem Gewölbe des Ofens über den Kasten mehr nähert, indem dieses in der Mitte ebenfalls die größte Höhe erreicht. Die Zeichnungen Fig. 674—677. werden die Einrichtung deutlich erkennen lassen. Fig. 677. ist ein Horizontaldurchschnitt durch die drei Kasten, und zwar nach der Linie ABCD; Fig. 675. ein senkrechter Längendurchschnitt des Ofens durch die Mitte des mittleren Kastens, oder nach der Linie EF; Fig. 676. ein Querdurchschnitt nach GH, und Fig. 674. eine Seitenansicht des Ofens. Die Flamme, welche unter dem Boden der Kasten, und in den Zwischenräumen zwischen denselben, so wie zwischen den Seitenwänden der äußeren Kasten und der Umfassungsmauer des Ofens, in die Höhe getreten ist, wird durch 8 Züge e, welche sich, je 4 an den beiden Seiten des Ofengewölbes befinden, abgeleitet, und in den Essenmantel geführt, welcher über dem Ofengewölbe zu diesem Zweck angebracht ist. Auf den Zeichnungen sind:

a. Der Rost, welcher wegen der Länge des Ofens, in zwei Theile getheilt ist. Das Brennmaterial wird daher auf beiden Seiten eingetragen.

b. Die Heitzöffnungen, welche mit einer Thüre verschlossen werden.

c. Die Cementirkasten, von denen der mittlere auf dem durchbrochenen Gewölbe (m) über dem Rost, die beiden anderen aber auf einzelnen Pfeilermauern ruhen, wodurch die Zwischenräume (n) entstehen, durch welche die Flamme zwischen den Kasten, und zwischen den Kasten und den Seitenmauern des Ofens in die Höhe steigt.

d. Die Kuppel, oder das Gewölbe des Ofens, unter welchem die Cementirkasten stehen.

e. Acht Zugöffnungen im Gewölbe des Ofens, durch welche Rauch und Flamme abgeführt werden, und welche zugleich dazu dienen, die Stärke des Zuges zu bestimmen, also die Hitze im Ofen zu vergrößern und zu schwächen, und überhaupt den Zug so zu reguliren, daß die Hitze auf allen Punkten im Ofen gleich groß ist. Durch aufgelegte Steine können diese Oeffnungen nach Umständen mehr oder weniger geöffnet werden.

f. Eine Oeffnung in der einen Giebelmauer des Ofens, welche zum Eintragen des Eisens und zum Herausnehmen der cementirten Stäbe aus dem Ofen dient. Sie ist während des Brandes, wie sich von selbst versteht, durch eine verlorne Mauer geschlossen. Die Arbeiter müssen sich auch durch diese Oeffnung in den Ofen begeben.

g. Vier Oeffnungen im Mantel, welche als Thüren dienen, um zu den Zugöffnungen e gelangen, und den Luftzug reguliren zu können.

h. Der Mantel welcher über dem Ofengewölbe gespannt ist, und zur Aufnahme und Ableitung des Rauches und der Flamme dient.

i. Oeffnungen zum Einschieben und Herausziehen der Probestäbe.

24 *

Bei den Stahl=Cementiröfen bei Steinkohlen und mit zwei Kasten, findet vorzüglich nur der Unterschied statt, daß der Rost enger seyn kann, weil die Steinkohlen eine stärkere Hitze entwickeln, als das Holz. Die Zeichnungen Fig. 678 — 681. stellen einen Stahl=Cementirofen vor, wie er in Sheffield eingerichtet ist, und zwar Fig. 678. und 679. in den horizontalen Durchschnitten nach LM und NO; Fig. 680. im senkrechten Längendurchschnitt durch die Mitte eines Kastens, oder nach IK; und Fig. 681. im senkrechten Querdurchschnitt nach VW. Der Rost a ist mit einer durchbrochenen Bogenmauer b überwölbt, damit die Flamme gebrochen, und theilweise durch die Zugöffnungen d unter den Boden der Cementirkasten c geleitet wird. Diese Oeffnungen d unter den Kasten, werden durch die unterbrochenen Pfeilermauern gebildet, auf welchen die Kasten stehen. Die Flamme steigt von allen Seiten zwischen dem Kasten in die Höhe, und zieht, theils durch die Oeffnung f, mitten im Gewölbe m, theils durch die beiden Zugöffnungen t aus dem Ofen ab. Die Oeffnungen t stehen durch horizontale, in den Umfassungswänden des Ofens fortgeführte Kanäle c, mit essenartig in die Höhe geleiteten Zügen k, welche an allen vier Ecken des Ofens angebracht sind, in Verbindung. Durch diese Züge k, so wie durch die Oeffnung f, wird die Hitze im Ofen regulirt. s sind die (während des Cementirens verschlossenen) Oeffnungen zum Eintragen und Herausnehmen der Stäbe. p ist die (mit einer verlorenen Mauer geschlossene) Oeffnung durch welche die Arbeiter in den Ofen gelangen, und v sind die Oeffnungen zum Ausziehen der Probestäbe.

Bei dem zur Cementstahl=Bereitung anzuwendenden Stabeisen, sind sowohl die innere Beschaffenheit desselben als die äußere Gestalt zu berücksichtigen. Das harte, körnige, aber dabei feste und zähe Stabeisen, ist dem weichen und zähen Eisen vorzuziehen, weil es mehr zum Stahlwerden geneigt ist.

Alles Eisen welches schon durch Schiefern und Aschenflecke seine unganze und fehlerhafte Beschaffenheit äußerlich zu erkennen giebt, muß ganz vermieden werden, weil die Brüchigkeit des Eisens durch die Umwandlung in Stahl noch bemerkbarer wird, und einen spröden, unbrauchbaren Stahl erwarten läßt. Langrisse deuten zwar auf zähes, aber auf weiches, sehniges Eisen, welches zur Stahlbereitung wenig geeignet ist. Die Breite der Eisenstäbe ist ziemlich gleichgültig, gewöhnlich beträgt sie $1\frac{1}{2}$—2 Zoll. Die Dicke der Stäbe sollte nicht über $\frac{3}{8}$ Zoll betragen, weil dickere Stäbe eine länger anhaltende und stärkere Hitze erfordern, um ganz durchgebrannt zu werden, wobei der innere Kern und die äußeren Schichten einen sehr verschiedenen Kohlegehalt haben. Dünnere Stäbe können nachtheilig werden, weil sie die Hitze in den Cementirkasten, wegen der schlechten Wärmeleitung der Kohle, nicht gehörig verbreiten. Die Länge der Stäbe richtet sich nach der Länge der Kasten. Weil sich der Stahl in der Glühhitze etwa um $\frac{1}{120}$ seiner Länge ausdehnt, so muß darauf Rücksicht genommen werden, damit die Stäbe die Kasten nicht zersprengen.

Das Cementirpulver mit welchem das Stabeisen in den Kasten geschichtet wird, ist Kohlenpulver, oder muß wenigstens Kohle enthalten. Aus Reaumur's sehr mühsamen Versuchen geht hervor, daß ein Gemenge aus 2 Theilen Ruß, 1 Kohlenstaub, 1 Asche und $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Kochsalz ein besonders gutes Cementirpulver ist, und daß nächstdem der Graphit mit sehr gutem Erfolge angewendet werden kann. Der Nutzen des Kochsalzzusatzes läßt sich theoretisch noch nicht erklären. Es ist möglich, daß das Chlor Basen verflüchtigt, die aus der Kohle reducirt werden, und an das Eisen treten würden, wenn kein Kochsalz vorhanden ist. Eben so wenig ist der Nutzen des Zusatzes von Asche zu erklären, wovon man auch jetzt noch Gebrauch macht, indem man das Kohlenpulver mit dem zehnten Theil Asche versetzt. Vielleicht wirkt sie bloß mechanisch,

um die zu schleunige Einwirkung der Kohle auf das Eisen zu vermindern, und eine gleichartigere Durchdringung der vom Eisen schon aufgenommenen Kohle zu bewirken, ehe ein neuer Zuschuß von Kohle von außen erfolgen kann. Eine zu feine mechanische Zertheilung der Kohle ist nachtheilig, weil Eisen und Kohle eine so dichte Masse in den Kasten bilden, daß die Wärme weniger gut als bei einem etwas mehr aufgelockerten Zustande des Cementpulvers geleitet wird. Aus demselben Grunde dürfen auch die Zwischenräume zwischen den Eisenstäben in den Cementirkasten nicht zu groß seyn. Man stellt die zu cementirenden Stäbe auf ihrer hohen Kante neben einander, und füllt die Zwischenräume von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll zwischen je zwei Stäben mit dem Cementpulver aus. Ist die untere Schicht eingesetzt, so bedeckt man sie mit einer $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll starken Lage von Kohlenstaub, und setzt die zweite, dann die dritte Schicht u. s. f. ein, bis die Kasten so weit angefüllt sind, daß nur noch 6 Zoll zu ihrer völligen Ausfüllung fehlen. Dieser Raum wird mit schon gebrauchtem Cementpulver von den vorigen Bränden angefüllt, welches dann eine Decke von lockerem und unschmelzbarem Sand erhält, der so hoch aufgehäuft wird, als es ohne hinabzugleiten möglich ist. Bedient man sich statt des Sandes fester Deckel aus Thonplatten, oder aus feuerfesten Ziegeln, so müssen die Kasten mit Kohlenpulver ganz ausgefüllt, und die oberste Schicht des zu cementirenden Eisens muß wenigstens 6 Zoll hoch mit dem Cementpulver bedeckt seyn. Nach dem Besetzen der Kasten werden die Oeffnungen, durch welche der Arbeiter und die Eisenstäbe in den Ofen gelangten, wieder zugemauert, und man schreitet zum Anfeuern des Ofens. Zuerst findet ein langsames Anwärmen statt, worauf man die Hitze bis zum Weißglühen verstärkt (oder bis zu einem Hitzgrade von etwa 90 Gr. Wedgw.), und den Ofen ununterbrochen so lange in dieser Hitze erhält, bis die herausgezogenen Probestäbe ein völli-

ges Durchbrennen des Eisens anzeigen, worauf der Ofen dann langsam abgekühlt werden kann. Die Dauer des Brandes hängt von der Beschaffenheit des Brennmaterials, von der Größe der Oefen, von der Dicke der Stäbe, und von der Stärke des Luftzuges ab. In kleineren Oefen kann ein Brand schon in 4 Tagen beendigt seyn, wogegen bei größeren Oefen 10—20 Tage erforderlich sind. Die Menge des einzusetzenden Eisens richtet sich natürlich ganz nach der Größe der Kasten und der Oefen. Man wendet Oefen an, welche nur mit 10 Centnern, und andere welche mit 150 Centnern und darüber besetzt werden. Den Grad der Hitze zu bestimmen, ist bei neuen Oefen, deren Heitzkraft man noch nicht kennt, sehr schwierig. Sehr schnelle und starke Hitze befördert zwar die Cementation, giebt aber einen ungleichartigeren Stahl, als die Anwendung einer länger anhaltenden und nicht so sehr gesteigerten Hitze, daß ein theilweise erfolgendes Schmelzen der Stäbe zu befürchten ist. Während der Dauer des Brandes sinkt die Masse in dem Kasten etwas zusammen, weshalb eine Decke von lockerem Sande den festen Bedeckungen vorzuziehen ist. Die Probestäbe müssen in denselben Dimensionen wie das zu cementirende Eisen überhaupt angewendet werden. Der Fortgang der Cementation läßt sich auf der Bruchfläche der Probestäbe deutlich bemerken. Zuerst fängt die Stahlbildung an den Oberflächen an, und pflanzt sich bis zur Mitte des Stabes fort. Ist kein Eisenkern mehr zu bemerken, so wird mit dem Nachfeuern eingehalten, und man läßt den Ofen sehr langsam erkalten, wozu bei größeren Oefen mehrere Tage erforderlich sind. Die durchgebrannten Stahlstäbe finden sich überall mit Blasen bedeckt, welche um so größer sind, je undichter das Eisen war. Deshalb nennt man den rohen, noch nicht raffinirten Brennstahl, auch wohl Blasenstahl. Diese Blasen werden wahrscheinlich durch ein aus der inneren Masse des Eisens entweichendes Gas (Kohlenoxydgas?) gebildet, welches

durch die Einwirkung der Kohle auf das dem Eisen mechanisch beigemengt gewesene oxydirte, zum Theil verschlackte Eisen erzeugt wird. Je stärker die Eisenstäbe waren, desto gröber wird das Gefüge an den Rändern, und desto matter und gelblichweißer das Ansehen, zum Beweise daß der Stahl an den Rändern schon überbrannt werden mußte, um in der Mitte keinen Eisenkern stehen zu lassen. Glänzende Stellen in der Mitte des Stabes deuten immer auf Eisen, wenn auch kein eisenartiges Gefüge mehr bemerkbar ist. Stäbe, die starke Hammerschläge zum Zerschlagen erfordern, zeigen immer einen noch eisenartigen Kern an. Die Stäbe aus der Mitte der Cementirkasten sind in der Regel nicht so stark durchgebrannt, als diejenigen, welche zunächst an den Wänden gelegen haben, weshalb es sehr anzurathen ist, die Stahlstäbe beim Herausnehmen und Zerschlagen sorgfältig zu sortiren. Wenn das angewendete Eisen sehr rein ausgefrischt, und von mechanischen Beimengungen von oxydirtem Eisen und Schlacke möglichst befreit war, so nimmt es beim Cementiren $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ Prozent am Gewicht zu. In England rechnet man in der Regel $\frac{2}{5}$ Prozent Gewichtszuwachs bei gutem Eisen. Bei minder gutem findet keine Gewichtsvermehrung statt.

Eine besondere Art von Stahlcementation ist die sogenannte Oberflächen- oder Insatzhärtung, bei welcher das Eisen nicht durchgängig, sondern nur auf der Oberfläche in Stahl verwandelt werden soll. Man wendet diese Art der Cementation bei schon fertigen Eisenarbeiten an, denen man dadurch eine größere Härte, oder einen stärkeren Glanz, und eine höhere Politurfähigkeit verschaffen will. Die Eisenfabrikate werden in verschlossenen eisernen (blechernen) Kasten mit dem Cementirpulver geschichtet, stark durchgeglüht, und noch glühend schnell herausgenommen, und im Wasser abgelöscht. Knöpfe, Kettenglieder, Nähnadeln u. s. f. pflegt man auf diese Weise zu härten. Die gefüllten Kasten werden mit glühenden Koh-

len umgeben, die man so oft erneuert, bis die in die Kasten hineingesteckten und von Zeit zu Zeit herauszuziehenden und zu untersuchenden Eisendräthe zeigen, daß die Cementation weit genug fortgeschritten ist. Je länger die Cementation dauert, desto dicker wird die Stahlhaut, desto spröder und brüchiger werden aber auch die Waaren. Bei feinen Schneiden und Spitzen ist diese Härtungsmethode daher nicht zu empfehlen, sondern nur bei solchen Arbeiten, denen größere Härte und Politur verschafft werden soll. Vorzüglich bedient man sich aber der Oberflächenhärtung beim Stahl selbst, nämlich bei denjenigen Stahlwaaren, welche vorher weich gemacht werden müssen, um sie bearbeiten zu können, und welche nachher auf der Oberfläche eine große Härte erhalten sollen. — Zuweilen kommt es darauf an, den Stahl recht weich zu machen, ehe er durch die Insatzhärtung einen hohen Grad von Härte erhält. Dies geschieht durch bloßes Glühen in dicht verschlossenen Gefäßen, wobei der Luftzutritt jedoch durch eine Hülle abgehalten werden muß. Dazu ist entweder reine Eisenfeile geeignet, oder ein Gemenge von 2 Theilen fein geriebener Kreide und 1 Theil Kohlenpulver. Eine 6 bis 8 stündige Glühhitze ist zum Weichwerden des Stahles, wenigstens bis zu dem Grade daß er sich mit Werkzeugen bearbeiten läßt, schon zureichend.

IV. Von der Gußstahlbereitung.

Der Schmelzstahl sowohl als der Cementstahl sind mehr oder weniger ein Gemenge von härterem und von weicherem Stahl, der eine völlige Gleichartigkeit nur dadurch erhalten kann, daß man ihn schmelzt, und ihn in dem flüssigen Zustande einige Zeit erhält. Je ungleichartiger der zum Umschmelzen bestimmte Stahl gewesen ist, desto länger muß er in starker Hitze flüssig bleiben, und desto mehr muß er umgerührt werden, ehe er in die Formen gegossen wird, um die Kohle

in der ganzen Masse des Eisens gleichmäßig zu vertheilen. Das Schmelzen des Stahls gewährt daher das beste Mittel, den weichsten so wie den härtesten Stahl in der größten Gleichartigkeit darzustellen, weil sich jeder beliebige Grad von Härte erlangen läßt, wenn das Material der Absicht gemäß ausgewählt wird. Oekonomische Rücksichten verhindern indeß die allgemeine Anwendung des Gußstahls, und man beschränkt sich bis jetzt nur noch darauf, den Gußstahl zu solchen Stahlarbeiten anzuwenden, die entweder eine vorzügliche Härte, oder einen hohen Grad von Politur erhalten sollen. Das gewöhnliche Material für den Gußstahl ist Cementstahl, denn es ist einleuchtend, daß es weit zweckmäßiger seyn muß, den Gußstahl aus schon vorhandenen Verbindungen des Eisens mit Kohle darzustellen, als ihn erst aus seinen Bestandtheilen, — Stabeisen und Kohle — durch das Zusammenschmelzen beider Körper zusammenzusetzen. Es bedarf der Erwähnung nicht, daß sich auch durch das Zusammenschmelzen des Roheisens mit Stabeisen, Gußstahl darstellen läßt, dessen Beschaffenheit und Härte von der Beschaffenheit und von dem Verhältniß des Stabeisens und des Roheisens zu einander abhängig sind. Eben so ist es einleuchtend, daß man sich zu einer solchen Gußstahlbereitung niemals des strengflüssigen, sondern immer des leichtflüssigen Roheisens und vorzugsweise des Spiegelroheisens bedienen wird. Hüttenwerke, welche vollkommenes Spiegeleisen aus gutartigen, leichtflüssigen und leicht reducirbaren Eisenerzen erzeugen, werden daher ein sehr gutes Material zu Gußstahl liefern, dessen Geschmeidigkeit, Schweißbarkeit und Härte, von dem Verhältniß des Stabeisenzusatzes zu dem Spiegeleisen abhängen werden. Dieser Gußstahl wird zwar nicht zu Stahlarbeiten, welche die härtesten und festesten Schneiden und Spitzen erhalten sollen, wohl aber zu allen gröberen Stahlarbeiten, von denen eine hohe Politur und eine große Härte verlangt wird, vortheilhaft angewendet werden können, weil

das Material wohlfeil ist, und weil die Leichtflüssigkeit des Spiegeleisens die Umschmelzarbeit erleichtert.

Die Schweißbarkeit des Stabeisens vermindert sich in dem Verhältniß, in welchem der Kohlegehalt desselben zunimmt, und in eben diesem Verhältniß vermindert sich auch die Temperatur, welche zur Schweißhitze erfordert wird. Die Schweißhitze für den Stahl ist daher von dem Kohlegehalt desselben abhängig, und die Schweißbarkeit hört gänzlich auf, wenn die Schweißhitze und der Schmelzpunkt einander sehr nahe liegen. Den nicht schweißbaren Stahl würde man auch Roheisen nennen können, wenn er nicht im weichen (ungehärteten) Zustande einen höheren Grad von Geschmeidigkeit und Dehnbarkeit besäße, als man dem Roheisen gewöhnlich beilegt. Weil aber auch alles Roheisen in dem weichen (nicht gehärteten) Zustande geschmeidig und dehnbar ist, so giebt es gar keine bestimmte Gränze zwischen Roheisen und Stahl. Gußstahl, der durch plötzliches Erstarren alle Eigenschaften des Roheisens besitzt, und eine durchaus spröde, ungeschmeidige, in hohem Grade harte Masse bildet, welche sich vollkommen unschweißbar zeigt, wird sowohl durch langsames Erstarren, als auch durch das anhaltende Glühen der durch schnelles Erstarren erhaltenen roheisenartigen Masse, in einen zwar immer noch schwer schweißbaren, aber mit allen Werkzeugen leicht zu bearbeitenden und ziemlich dehnbaren Stahl umgeändert. Eben so, wenn auch in einem geringeren Grade, verhält sich das harte weiße Roheisen durch anhaltendes Glühen. Der Cementstahl aus welchem der nicht schweißbare Gußstahl bereitet wird, läßt sich zuweilen sehr gut schweißen, obgleich er durch das Umschmelzen noch eher etwas Kohle verloren haben, also leichter schweißbar geworden seyn sollte. Die Ursache dieses Verhaltens liegt theils in der ungleichartigen Vertheilung der Kohle im Cementstahl, theils und vorzüglich in dem Verbindungszustande der Kohle mit dem Eisen, denn der Gußstahl erlangt densel-

ben Grad der Schweißbarkeit wie der Cementstahl aus welchem er dargestellt ist, wenn er anhaltend geglühet wird. Die größere oder geringere Härte die der Gußstahl durch das Härten bekommt, so wie der größere oder geringere Grad von Schweißbarkeit des Gußstahls, werden sich durchaus nach der Beschaffenheit des zum Umschmelzen angewendeten Cementstahls richten. Daß aber der Gußstahl immer eine größere Härte erlangt, und sich nicht so leicht schweißen läßt, als der Schmelzstahl und der Cementstahl, wenn alle diese Stahlarten einen gleich großen Gehalt an Kohle besitzen; liegt ganz allein darin, daß sich in dem Gußstahl der Verbindungszustand der Kohle mit dem Eisen durch den Uebergang aus dem tropfbar flüssigen in den starren Zustand verändert hat, weshalb ein überaus langsames Erstarren, oder ein sehr lange anhaltendes Glühen nöthig seyn würden, um die allgemeine Verbindung der Kohle mit dem Eisen bis zu dem Grade aufzuheben, wie es bei dem weichen Schmelz- und Brennstahl der Fall ist. Zu allen Stahlarbeiten, bei welchen Stahl mit Stabeisen zusammengeschweißt werden muß, ist der nicht schweißbare Gußstahl unanwendbar. Ueberhaupt erfordert dieser Stahl eine sehr sorgfältige und sachkundige Behandlung beim Wärmen und Ausschmieden, weil er bei einem zu hohen Hitzgrade auseinander fährt, und bei einer zu geringen, oder nicht anhaltend genug gegebenen Hitze, wegen seiner Sprödigkeit nicht verarbeitet werden kann. Um Gußstahl von irgend einem gewünschten Grade der Härte, Festigkeit und Schweißbarkeit zu erzeugen, bedarf es, als erstes und wesentlichstes Erforderniß, einer sachkundigen Prüfung, und einer richtigen Kenntniß des umzuschmelzenden Stahls. Erfahrung und Uebung können nur allein dahin führen, das Material der gewünschten Beschaffenheit des darzustellenden Produktes angemessen, auszuwählen, und den stärker und schwächer cementirten Stahl in solchen Verhältnissen zu gattiren, daß der Gußstahl die verlangten

Eigenschaften erhält. Wo die Gußstahlfabrikation im Großen betrieben wird, steht sie immer mit der Cementstahlbereitung in Verbindung. Zum Umschmelzen wendet man gewöhnlich die Enden der cementirten Stahlstäbe an, und verarbeitet den übrigen Cementstahl als solchen. Gewöhnlich sind die Enden stärker cementirt als die Stäbe in der Mitte, weshalb sie einen sehr harten, schwer schweißbaren Gußstahl geben. In manchen Werkstätten bereitet man den Cementstahl aber auch nur, um ihn auf Gußstahl zu benutzen.

Der sogenannte Wootz, oder der ostindische Stahl, ist nichts weiter, als ein durch unmittelbares Zusammenschmelzen von Stabeisen mit Kohle (oder mit Pflanzen, die sich im Laufe des Prozesses verkohlen) erzeugter Gußstahl. Weil das Eisen zu diesem Stahl durch eine Art von Stückofenwirthschaft erhalten wird (Abtheilung 2; Eisen), so besitzt es eine vorzügliche Güte. Aber auch selbst die geringe Quantität Stahl, welche jedesmal in einem Tiegelchen erzeugt wird, trägt dazu bei, daß der Stahl eine recht gleichartige Beschaffenheit erhält.

Am dauerhaftesten und haltbarsten in der starken Hitze und bei der großen Temperaturveränderung beim Herausnehmen der Tiegel nach erfolgter Schmelzung, sind die Kohlen- oder Graphittiegel, oder die sogenannten Ipser Tiegel. Wo man diese aber nicht wohlfeil erhalten kann, wendet man Tiegel aus feuerfestem Thon an, indem man den frischen Thon mit schon gebrauchter Tiegelmasse, oder mit vorher gebranntem feuerfestem Thon versetzt, um das starke Schwinden und Springen beim Trocknen und Brennen zu verhindern. Die Tiegel müssen langsam an der Luft trocknen, und zuletzt in einem möglichst starken Feuer gebrannt werden, ehe man sie in Gebrauch nimmt. Man arbeitet die Tiegel entweder aus freier Hand, oder man fertigt sie, nach Art der Scherben und der kleineren Tiegel, mit einem Mönch und einer Nonne an, wozu indeß ein bedeutender Kraftaufwand erforderlich, und

eine Presse fast unentbehrlich ist. Die größeren Tiegel haben oben etwa 5 Zoll im Durchmesser, uud eine Höhe von 14 bis 16 Zoll, so daß sie höchstens mit 40 Pfund Cementstahl besetzt werden. Der in Stücken zerschlagene Cementstahl füllt nach erfolgter Schmelzung etwa die Hälfte des räumlichen Inhaltes des Tiegels aus. Früher machte man aus dem Fluß mit welchem der Cementstahl in den Tiegeln bedeckt ward, ein Geheimniß. Am besten ist es aber, gar keinen Fluß anzuwenden, weil derselbe beim Ausgießen hinderlich ist. Es genügt schon, die Tiegel mit einem Thondeckel zu versehen. Will man sich aber eines Flusses bedienen, so ist reines, metallfreies Glas, die beste Decke. Kohlenstaub oder vegetabilische Substanzen die sich in der Schmelzhitze verkohlen, als Decke anzuwenden, würde nur dann nöthig seyn, wenn man den Kohlegehalt des Stahls beim Umschmelzen noch vergrößern will.

Man kann die Schmelzung entweder in gewöhnlichen Tiegelöfen, in welchen die Tiegel unmittelbar mit den glühenden Kohlen umgeben sind, oder in Flammenöfen vornehmen, in welchen die Tiegel auf dem Heerde stehen, und durch die Flamme des im Feuerungsraum verbrennenden Brennmaterials die Schmelzhitze erhalten. Die Flammenöfen wendet man indeß nicht mehr an, theils weil die Tiegel durch den Flammenstrom sehr leiden, und dem Reißen sehr ausgesetzt sind, theils weil das Herausnehmen der Tiegel mit dem geschmolzenen Stahl sehr beschwerlich ist, theils weil die Flammenöfen einen sehr großen Aufwand von Brennmaterial veranlassen, und weil die Hitze darin nur sehr schwer bis zum vollkommenen Schmelzen des Stahls gesteigert werden kann. Man beschränkt sich daher auf die Tiegelöfen, denen man unter dem Rost einen möglichst starken Luftzug verschafft, und bei welchem man die Flamme, zur Verstärkung des Zuges, in eine hohe Esse leitet. Um die Hitze in dem Schachte des Tiegel-

ofens gleichmäßiger zu vertheilen, und alle Wände des Tiegels gleich stark zu erhitzen, kann man statt des einen Fuchses welcher die Flamme in die Esse leitet, deren drei anbringen, welche in dem Umkreise des Schachtes vertheilt sind, und sich in der Esse vereinigen. Noch vollständiger, und mit Verstärkung des Luftzuges, erreicht man diesen Zweck, wenn man die Seitenwände des Schachtes, welche von der Esse abgekehrt sind, nahe über dem Rost mit konischen Oeffnungen zum Einströmen der atmosphärischen Luft versieht. Der Aschenfall muß durch einen, wo möglich auf der Nord- oder auf der Schattenseite des Gebäudes ausmündenden Luftkanal, mit der freien Luft in Verbindung stehen. Der Fuchs ist mit einem Schieber zu versehen, um den Zug zu verstärken und mäßigen zu können. Die Schächte des Tiegelofens sind entweder viereckig, oder (besser) rund, und haben etwa 12 Zoll im Durchmesser, oder eine Länge und Breite von 14 Zoll, wenn sie viereckig sind. Die Höhe, oder die Tiefe des Schachtes, von dem unteren Rande des Fuchses bis zur Roststäche, beträgt 22 bis 24 Zoll. Die Tiegel stehen nicht unmittelbar auf dem Rost, sondern auf einer Unterlage von Thon. Zuweilen ist auch der Rost beweglich eingerichtet, so daß der Ofen, nach erfolgter Schmelzung, plötzlich von allen Kohlen geleert werden kann. Dann muß dem Tiegel natürlich eine von dem Rost unabhängige Unterlage gegeben werden. Jeder Ofen wird also nur mit einem Tiegel besetzt, weil dadurch die Hitze mehr zusammengehalten wird und gleichmäßiger wirkt, als wenn man weitere Oefen mit 2 oder 3 Tiegeln besetzen wollte. Zur größeren Bequemlichkeit beim Herausnehmen der gefüllten Tiegel, giebt man den Oefen eine solche Lage, daß der Rand des Ofenschachtes nicht, oder nur unbedeutend höher liegt, als die Hüttensohle. Solcher Tiegelöfen legt man mehrere in einer Reihe längs einer Mauer an, in welcher die Essen für jeden Tiegelofen besonders in die Höhe geführt sind.

Wenn die Tiegel gefüllt und in den Ofen gestellt sind, so werden sie mit Koaks umschüttet, welche möglichst sorgfältig zu gleich großen Stücken zerschlagen werden müssen, damit hohle Räume vermieden werden. Alsdann wird der obere Kranz des Ofenschachtes mit einem passenden (gegossenen eisernen, oder auch thönernen) Deckel verschlossen, und man giebt anfänglich keine zu starke Hitze, damit die Tiegel sich nicht zu schnell und ungleich erhitzen und aufreißen. Besonders ist dahin zu sehen, daß die Tiegel unten stärker als oben erhitzt werden, bis demnächst die volle Schmelzhitze durch möglichste Verstärkung des Luftzuges gegeben werden kann. Ein Nachfüllen von Koaks muß möglichst vermieden werden. Die Dauer des Schmelzens ist zu 4—5 Stunden anzunehmen. Immer muß sich aber der Stahl in einem vollkommen flüssigen Zustande befinden, und vor dem Ausgießen schnell im Tiegel umgerührt werden. Man nimmt die Tiegel mit zweckmäßig eingerichteten Bauchzangen aus dem Ofen, und gießt den geschmolzenen Stahl in eiserne Formen, welche gewöhnlich vier- und achtekkig sind, und aus zwei Stücken bestehen, welche auseinander genommen werden können. Die Formen stehen beim Gießen senkrecht. Sie müssen nicht größer seyn als nöthig ist, um den geschmolzenen Stahl aufzunehmen. Auch wird die Oberfläche des Stahls oben beim Einguß sogleich mit Thon bedeckt, oder mit eisernen Gewichten beschwert, um das Aufquellen des Stahls und die Entstehung von Blasenräumen beim Erstarren zu vermindern. Die gegossenen Barren werden sodann ausgeschmiedet und weiter bearbeitet.

Diese Tiegelöfen zum Gußstahlschmelzen lassen sich nur dann anwenden, wenn das Brennmaterial aus Koaks besteht. Wäre man genöthigt, sich der Holzkohlen zu bedienen, so würde man ungleich höhere Tiegelöfen haben müssen, um das häufige Nachfüllen von kalten Kohlen zu vermeiden. Aber dennoch würde sich durch Holzkohlen kaum die vollständige Schmelz-

hitze für den Stahl hervorbringen lassen. Deshalb wendet man Tiegelöfen mit Gebläsen an (Abtheilung 4.) welche auch bei den Koaks ungleich bessere Dienste leisten, als die Tiegelöfen mit natürlichem Luftzuge. Diese Oefen sind bis jetzt nicht eingeführt, weil sie bewegende Kräfte für das Gebläse erfordern, welche nicht ohne Kostenaufwand herbeigeschafft werden können. Die große Ersparung an Brennmaterial bei der Anwendung der Gebläse-Tiegelöfen, würde indeß sehr dazu auffordern, die Tiegelöfen mit natürlichem Luftzuge nicht mehr anzuwenden, oder nur in solchen Gegenden bestehen zu lassen, wo die Koaks zu so geringem Preise zu erhalten sind, daß der (bedeutende) Mehrverbrauch an Koaks die Unterhaltungskosten des Gebläses nicht überschreitet.

Vom Raffiniren, Härten und Anlassen des Stahls und vom damascirten Stahl.

Die ungleichartige Beschaffenheit des Schmelz- und Cementstahls hat zum Raffiniren (Gerben) des Stahls Veranlassung gegeben. Obgleich der Stahl dadurch fester und elastischer wird, indem sich die zu große Härte auf einigen, und die zu große Weichheit auf anderen Stellen mehr ausgleichen; so verliert er doch auch an Härte. Man raffinirt den Stahl, wenn er recht gleichartig werden soll, zwei, auch drei mal. Durch oft wiederholtes Raffiniren wird die Härte aber immer mehr vermindert, und geht zuletzt ganz verloren, so daß sich der Stahl wie die härteren Stabeisenarten verhält.

Der Stahl welcher raffinirt werden soll, wird zuerst zu möglichst dünnen (1 — 1½ Linien dicken) und etwa 1½ Zoll breiten Stäben von ungefähr 2 Fuß Länge ausgestreckt. In Deutschland nennt man diese Vorbereitung der Stahlstäbe, das Pletten oder das Schienen der Stäbe. Die ausgestreckten Stäbe werden noch rothglühend in fließendes kaltes Wasser

geworfen, um sie leicht zerschlagen, und nach dem Ansehen auf der Bruchfläche sortiren zu können. Dann legt man die geplettеten Schienen in einzelnen Convoluten oder Paqueten (die in Deutschland eine Zange genannt werden) dergestalt zusammen, daß immer ein härteres und ein weicheres Stück übereinander zu liegen kommen. Das Zusammenlegen in Paqueten erfordert daher Arbeiter, die mit der Natur und Beschaffenheit des Stahls sehr genau bekannt sind. Dem oberen und dem unteren Stabe giebt man die ganze Länge des Paquetes, aber die Lagen in der Mitte können aus mehreren einzelnen, neben einander liegenden Stücken bestehen. Zu einem Paquet wendet man 6—8 solcher Lagen oder Schichten an. Das zusammengelegte Paquet wird sodann mit einer Zange gepackt, und zuerst in Rothglühhitze gebracht, während ein zweites, vorher angeglühetes Paquet, in der Weißglühhitze liegt. Wenn dem Stahl die Weißglühhitze gegeben wird, so bestreut man das Paquet mit gebranntem und fein gepulvertem Thon, um eine saftige Schlackenrinde zu bilden, durch welche das Verbrennen der Kohle im Stahl möglichst verhütet werden soll. Das weißglühende Paquet wird dann zusammengeschweißt und zu Quadratstäben ausgestreckt. Soll der Stahl zweimal raffinirt werden, so wird der ausgestreckte Stab mit einem Setzeisen in der Mitte durchgehauen, umgebogen, und wieder zusammengeschweißt, welches bei einem 3, 4 maligen Raffiniren u. s. f. wiederholt wird. Die Raffinirfeuer sind von den gewöhnlichen Grobschmiedeheerden nicht verschieden, nur daß man mehrere neben einander liegende Formen oder Zuströmungsöffnungen für den Wind aus dem Gebläse anwendet, damit die Paquete ihrer ganzen Länge nach erhitzt werden können. Um die Hitze zusammen zu halten, sind die Feuer gewöhnlich mit einem gemauerten Gewölbe versehen, wodurch die Raffinirfeuer das Ansehen von langen Backöfen erhalten. Man wendet zum Raffiniren entweder Holzkohlen oder Steinkohlen an. Die

ersteren geben eine geringere Hitze, weshalb die Paquete mehrere male ausgeheitzt werden müssen, als bei der Anwendung von Steinkohlen. Bei backenden Steinkohlen bedarf es des gemauerten Gewölbes über dem Heerde nicht, weil die Steinkohlen ein natürliches Gewölbe bilden, unter welches die Paquete geschoben werden. Der Abgang beim Raffiniren ist sehr bedeutend, und beträgt bei dem jedesmaligen Raffiniren 7—12 Prozent. Zu 100 Pfund preuß. raffinirtem Stahl sind etwa 3 Kubikfuß rheinl. Steinkohlen erforderlich. Durch gute Raffinirarbeit lassen sich die Fehler der zu großen Härte und Weichheit des Stahls ziemlich ausgleichen; auch läßt sich durch die Auswahl von härteren und weicheren Schienen, beim Zusammenlegen der Paquete, Stahl von verschiedenen Graden der Härte darstellen; es ist aber eine große Vorsicht bei dem Zusammenschweißen der Paquete erforderlich, damit der Stahl in der Weißglühhitze dem Luftstrom nicht unmittelbar ausgesetzt wird.

Der geglühete und nicht gehärtete, sondern langsam erkaltete Stahl, ist wenig härter als das Stabeisen. Durch das plötzliche Abkühlen erhält der Stahl aber ganz andere Eigenschaften, und die Veränderungen welche er dabei erleidet, sind ganz von den Unterschieden der Temperatur abhängig, also theils von dem Grade der Hitze des Stahls, theils von der Temperatur und von der Wärmeleitungsfähigkeit des Mittels, welches zur plötzlichen Abkühlung angewendet wird. Man nennt das plötzliche Abkühlen des Stahls: das Härten, weil sich die große Verschiedenheit des Verhaltens des langsam und des plötzlich erkalteten Stahls, am auffallendsten durch die verschiedenen Grade der Härte zu erkennen giebt. Der langsam erkaltete Stahl nimmt dasselbe Volumen wieder ein, welches er vor der Erhitzung hatte; er behält also seine Dichtigkeit und sein specifisches Gewicht. Von dem gehärteten Stahl wird es aber allgemein angenommen, daß er die, durch die vorhergegangene

Erhitzung bewirkte Vergrößerung des Volumens, nach dem Härten behalten, also seine Dichtigkeit und sein specifisches Gewicht vermindern soll. Das Volumen des gehärteten Stahls soll das des ungehärteten etwa um $\frac{1}{48}$ übertreffen, oder ein 144 Theile langer ungehärteter Stahlstab, soll nach dem Härten eine Länge von 145 Theilen erhalten. Es ist eine bekannte Erfahrung, daß sich eine aus härterem und weicherem Stahl, oder eine aus Stahl und Eisen bestehende Stahlwaare beim Härten krumm zieht, und bei dem folgenden Anlassen erst wieder gerichtet, d. h. gerade gebogen, — zuweilen die kürzer gewordene Seite sogar durch Hämmern ausgestreckt und ausgetrieben — werden muß. Dieses Krummziehen oder Werfen des Stahls beim Härten, ist immer eine Folge seiner ungleichartigen Beschaffenheit und der ungleichen Ausdehnung beim Erhitzen, so wie der ungleichen Zusammenziehung beim plötzlichen Erkalten. Diese Erscheinung beweist aber offenbar die Richtigkeit der Annahme, daß der Stahl durch das Härten sein ursprüngliches Volumen nicht wieder einnimmt. Dennoch ist es wohl möglich, daß die Volumenveränderung beim Härten, nur bei einem gewissen Grade der Temperatur statt findet, welcher für die verschiedenen Stahlarten sehr verschieden seyn wird. Es ist wohl möglich, daß die Volumenvermehrung des gehärteten Stahls, also die damit verbundene Abnahme der Dichtigkeit und des specifischen Gewichtes, nur dann statt findet, wenn die Temperaturdifferenz beim Härten größer gewesen ist, als sie nach der Beschaffenheit des Stahls seyn sollte, und daß derjenige Stahl, welcher nach dem Härten zwar nicht den höchsten Grad der Härte, aber doch den der größten Festigkeit und Elasticität erhält, keine Vergrößerung des Volumens erleidet. Deshalb verliert auch der bei einer zu großen Hitze gehärtete Stahl alle Festigkeit und Elasticität, und gewinnt so sehr an Härte und Sprödigkeit, daß er sich zuletzt zerpulvern läßt. Es muß daher für jede Art des Stahls eine

bestimmte Temperaturdifferenz beim Härten vorhanden seyn, bei welcher er den höchsten Grad der Festigkeit und Elasticität erlangt, dessen er fähig ist. Je größer der Kohlegehalt des Stahls, desto geringer, und je geringer der Kohlegehalt, desto größer wird der Unterschied der Temperaturen seyn, damit die Festigkeit des Stahls nicht in demselben Verhältniß beim Härten vermindert wird, in welchem die Härte zunimmt. Derjenige Stahl wird aber der vollkommenste seyn, der mit der größten Härte die größte Festigkeit und Elasticität verbindet, und man wird auf die größere Festigkeit des Stahls verzichten müssen, wenn man eine größere Härte verlangt, so wie umgekehrt auf die größere Härte, wenn der höchste Grad von Festigkeit gefordert wird.

Durch das Härten erhält der Stahl eine glatte und völlig metallisch glänzende Oberfläche, weil sich die Glühspanhaut beim plötzlichen Erkalten nach anderen Gesetzen zusammenzieht, als der Stahl. Der Stahl welcher durch das Härten keine metallisch glänzende Oberfläche bekommt, ist eisenartig, indem das Stabeisen durch das Ablöschen wieder dasselbe Volumen erhält, welches es vor der Erhitzung hatte, so daß sich der Glühspan mit demselben ausdehnt und wieder zusammenzieht. Durch das Härten erleidet der Stahl ferner eine wesentliche Veränderung seines Gefüges, indem das Korn so fein wird, daß die Bruchfläche das Ansehen des feinsten Silbers erhält, und daß mit unbewaffneten Augen gar keine körnige Textur mehr sichtbar ist. Die Farbe wird durch das Härten lichter und der Glanz bedeutend größer. Die durch das plötzliche Erkalten erlangte Härte, geht nur durch das Glühen des Stahls wieder verloren. Weil es eigentlich nur die Temperaturdifferenz ist, wodurch die verschiedenen Grade der Härte eines und desselben Stahles beim Härten bestimmt werden, so scheint es nur darauf anzukommen, diese Unterschiede der Temperatur der jedesmaligen Bestimmung des Stahls angemessen anzuwenden.

Verlangt man von dem Stahl eine größere Härte, so werden die Temperaturunterschiede größer seyn müssen, als wenn der Stahl den höchsten Grad der Festigkeit und Elasticität, dessen er überhaupt fähig ist, erhalten soll. Man würde diese Temperaturunterschiede auf doppelte Weise hervorbringen können. Entweder dadurch, daß der zu verschiedenen Zwecken bestimmte Stahl, bei gleichen Graden der Hitze glühend gemacht, und daß nur die Temperatur des Härtungsmittels verändert wird; oder dadurch, daß das Härtungsmittel dieselbe Temperatur behält, dem Stahl aber die ihm angemessene größte Hitze gegeben wird, wenn man einen hohen Grad der Härte verlangt, wogegen man ihn schwächer erhitzt, wenn man mehr von seiner Festigkeit und Elasticität, als von einem hohen Grade der Härte, Gebrauch machen will. Der erste Weg würde der vorzüglichere seyn, wenn es nicht sehr schwierig wäre, Härtemittel von so verschiedenen Temperaturen anzuwenden, als durchaus erforderlich seyn würden, um einem und demselben Stahl, durch die Verschiedenheit der Temperatur der abkühlenden Medien, die für jeden Fall verlangten größeren und geringeren Grade der Härte und Elasticität mitzutheilen. Es bleibt daher nichts übrig, als die Glühhitze und die Beschaffenheit der Härtemittel mit Rücksicht auf die Beschaffenheit des Stahls zweckmäßig abzuändern, und die aus der zu großen Härte entspringende Sprödigkeit durch eine zweite Operation, nämlich durch ein schwaches Glühen, durch das sogenannte Anlassen, wieder zu vermindern. Man hat die Erfahrung gemacht, daß es des Anlassens nicht bedarf, wenn man den, bis zu dem zum Härten erforderlichen Grade der Temperatur erhitzten Stahl, in ein geschmolzenes, und bis zum Rothglühen erhitztes Metallbad, aus einer leichtflüssigen Mischung von Zinn und Blei taucht. Dies ist eigentlich der vorhin erwähnte erste Weg, dessen man sich beim Härten des Stahls bedienen kann. Obgleich der weichere (weniger Kohle enthaltende) Stahl im

Allgemeinen stärker erhitzt werden muß, als der härtere; so bleibt die Bestimmung des für jeden Fall angemessenen Hitzgrades doch immer schwierig, weil man kein zuverläßiges und leicht anwendbares Mittel kennt, die Grade der Hitze in den höheren Temperaturen zu messen. Die Stärke der Erhitzung muß daher der Erfahrung und den Augen des Arbeiters überlassen bleiben. Die verschiedenen Grade des Glühens sind dem Auge nur durch die dunkleren und lichteren Farben, in denen das Eisen erscheint, bemerkbar, und diese Nuancirungen gehen so unmerklich in einander über, daß nur ein sehr geübtes Auge sie zu unterscheiden vermag. Zwischen der braunrothen Glühhitze, in welcher das Eisen zuerst im Finstern leuchtet, und der Schweißhitze, welche der höchste Grad des Glühens ist, liegen die unendlich vielen Abstufungen der dunkel- und hellrothen Glühgrade, bei denen die Härtung vorgenommen werden muß. Die braunrothe Glühhitze giebt eine kaum bemerkbare Härte, und die Schweißhitze einen unbändigen, spröden und mürben Stahl. Beide Hitzgrade liegen aber 90 Grad Wedgw. auseinander, und ungeachtet dieser außerordentlichen Verschiedenheit der Temperatur, hat man doch nur zwei Grade des Rothglühens, die kirschrothe und die rosenrothe Glühhitze (45 Grad und 75 Grad Wedgw.) mit den Augen deutlich unterscheiden können. Die Hitze in welcher das Härten des Stahls vorgenommen werden muß, liegt also etwa zwischen 40 und 80 Grad Wedgw., und es giebt kein anderes Mittel zur Beurtheilung der richtigen Glühhitze, als die Farbe mit welcher das glühende Eisen dem Auge erscheint. Je größer die Hitze ist, bei welcher der Stahl gehärtet wird, desto gröber und weißer wird das Korn. Ein feines, graues und mattes Korn zeigt einen zu geringen Hitzgrad an. Nur wenn der Stahl so sehr überhitzt wird, daß er fast in einen erweichten Zustand gelangt, besitzt er weder ein so weißes noch ein so grobes Korn, als wenn die Härtung in einer etwas niedrigeren Temperatur er-

folgte; aber dann ist er so mürbe und spröde, daß er nur noch eine unbedeutende Festigkeit zeigt. Ein feines, weißes und glänzendes Korn zeigt an, daß der Grad der Hitze beim Härten, der Beschaffenheit des Stahls angemessen getroffen ist. Um von aller Härte und Festigkeit des Stahls Gebrauch zu machen, muß man ihn so lange mit einem nassen Hammer schmieden, bis er eben aufhört braunroth zu seyn. In diesem Zustande zeigt der Stahl das feinste Korn, dessen er fähig ist, ist aber noch weich, und muß gehärtet werden. Zu dem Ende zerbricht man den Stab im weichen Zustande, in welchem er auf die eben angegebene Weise das feinste Korn erhalten hat, und mittelt nun die Temperatur aus, bei welcher das Korn, nach dem Härten beim Zerschlagen, zwar mit einer weißeren Farbe, aber gerade so fein zum Vorschein kommt, als im weichen Zustande. Dies ist dann derjenige Hitzgrad, bei welchem der Stahl, mit Beibehaltung der größten Festigkeit und Elasticität, die größte Hitze erhält, welche er überhaupt, ohne Verlust oder Verminderung seiner Festigkeit und Elasticität, annehmen kann. Ein gröberes Korn zeigt sogleich eine zu starke Hitze. Die Oberfläche des Stahls muß nach dem Härten nicht durchaus blank, sondern nur gesprenkelt blank erscheinen, weil ganz blanke Stellen schon auf zu große Hitze deuten. Wird der Stahl auf diese Art gehärtet, so ist das Anlassen nach dem Härten nur bei solchen Stahlwaaren nöthig, von denen man mehr Zähigkeit als Härte verlangt. Ueberhaupt kann das Anlassen niemals die Nachtheile des fehlerhaften Härtens verbessern, sondern nur die Sprödigkeit heben, indem die mit dem Härten in zu starker Hitze verlorene Festigkeit und Elasticität des Stahls, durch das Anlassen nicht wieder gewonnen werden. Ein zu stark erhitzter Stahl, wenn er auch nicht im Wasser abgelöscht wird, sondern langsam an der Luft erkaltet, hat schon an Festigkeit verloren. Man muß ihn dann noch einmal erhitzen, und durch Hämmern mit einem nassen

Hammer, wie vorhin bemerkt worden, verdichten. Dadurch erlangt der Stahl dann seine Festigkeit wieder, und zugleich das feine Korn, welches zur Beurtheilung der richtigen Glühhitze beim Härten, das Anhalten giebt.

Als Härtungsmittel wendet man gewöhnlich kaltes Wasser an. Dasselbe muß aber immer einerlei Temperatur behalten, weshalb das fließende Wasser von einerlei Temperatur, dem stehenden vorzuziehen ist, dessen Erwärmung sich nicht vermeiden läßt. Warmes Wasser giebt, unter gleichen Umständen, einen weicheren Stahl als kaltes. Deshalb kann der Stahl im Winter auch etwas schwächer erhitzt werden, als im Sommer. Quecksilber giebt dem Stahl, wegen der schnelleren Wärmeleitung, eine größere Härte als Wasser; er wird aber dadurch spröder und brüchiger. Geringere Grade der Härtung lassen sich schon durch das Schwingen in kalter, feuchter Luft, oder vor dem Windstrom eines Blasebalges bewirken. Ganz feine Stahlarbeiten kann man zwischen den kalten eisernen Backen eines Schraubestocks härten. Alle Säuren geben, wegen der besseren Wärmeleitung, eine stärkere Härtung als Wasser. Man löscht daher Grabstichel und solche Stahlarbeiten, von denen eine große Härte verlangt wird, in Scheidewasser, muß sie aber nachher sogleich in reinem Wasser abspülen. In manchen Fällen wendet man auch angefeuchtete Kohlenlösche an, z. B. beim Härten der Säbelklingen, weil sich dadurch die Hartborsten, oder die aus der Sprödigkeit des Stahls entstehenden Kantenrisse, besser als beim Ablöschen im Wasser, vermeiden lassen. Alle fettigen Substanzen (Oele, Talg, Wachs, Seife), geben eine schwächere Härtung als Wasser, weshalb man sie mit vielem Erfolge anwendet, um die Hartborsten bei feinen Schneiden zu verhüten, indem es kaum möglich ist, den dickeren Stahl und die feine Schneide so gleichartig zu erhitzen, daß die letztere nicht schon zu stark erhitzt wäre, wenn der übrige Theil der Klinge erst kaum den richtigen Grad der

Hitze erhalten hat. — Die Rosen oder Blumen, welche die gehärteten Stahlstäbe beim Zerschlagen auf der Bruchfläche zeigen, sind Flecke, welche an den äußeren Rändern gelblich oder röthlich gefärbt sind, und näher nach dem Mittelpunkt, wo die Stahlstäbe am spätesten erkalteten, eine bläuliche Farbe haben. Sie entstehen, wenn der Stahl durch das Härten so hart und spröde geworden ist, daß er Risse erhält, in welche das Wasser eindringt. Diese Rosen beweisen nur, daß der Stahl eine große Härte anzunehmen fähig ist.

Die Ursache der Härtung des Stahls ist in dem veränderten Verbindungszustande der Kohle mit dem Eisen zu suchen, wie schon früher gezeigt worden ist. Erfolgt das Abkühlen weniger plötzlich, oder wird das härtende Medium selbst stark erhitzt, so kann sich schon ein Polykarburet ausbilden. Daß dieses aber, wenn es einmal gebildet ist, nicht so leicht wieder zerstört werden kann, ergiebt sich daraus, daß der Stahl, welcher in schwächerer Hitze als es die Härtehitze ist, geglühet, und dann im Wasser abgelöscht wird, keine größere Härte erlangt, sondern sogar noch weicher werden soll, als er vor dem Glühen gewesen ist.

Durch das Anlaufen oder Anlassen des Stahls soll ein Theil der Härte (und der daraus entspringenden Sprödigkeit) auf dessen Kosten die Festigkeit und Elasticität des Stahls sich vermindert haben, wieder weggenommen werden. Je stärker der Stahl angelassen wird, desto mehr nimmt seine Härte ab. Stahlarbeiten bei denen Härte das Haupterforderniß ist, müssen daher sehr schwach (oft gar nicht) angelassen werden. Soll vorzüglich von der Festigkeit des Stahls Gebrauch gemacht werden, so muß das Anlassen in einer höheren Temperatur geschehen. Die Hitze in welcher das Anlassen statt findet, ist dieselbe in welcher die Anlauffarben des e r s t e n Grades zum Vorschein kommen. Man unterscheidet daher auch den strohgelben, goldgelben, kupferfarbenen, purpurfarbenen, violetten

und blauen Anlauf. Alle Stahlarbeiten welche mehr Festigkeit und Elasticität als Härte besitzen sollen, erhalten den blauen Anlauf. Die härtesten Werkzeuge darf man nur bis zur strohgelben Farbe anlaufen lassen. Die anzulassenden Stahlarbeiten müssen vor dem Anlaufenlassen polirt seyn, oder wenigstens eine ganz blanke Oberfläche erhalten. Bei einem vollkommen gleichartigen Stahl sollte indeß der richtige Grad der Härtehitze durch Erfahrung so genau und sorgfältig ausgemittelt und bestimmt worden seyn, daß es des Anlassens nur dann bedürfte, wenn von der vollen Festigkeit des Stahls Gebrauch gemacht werden soll, und die Härte ein weniger wesentliches Erforderniß ist.

Aller Stahl, welcher, nach dem Aetzen seiner vorher polirten Oberfläche mit verdünnten Säuren, mit Eisenvitriol oder auch mit Alaun, Schattirungen von dunkleren und helleren Farben zeigt, heißt Damaststahl. Polirt muß die Oberfläche des Stahls deshalb seyn, damit die Farbenschattirungen deutlicher zum Vorschein kommen. Unächter Damast wird nur durch das theilweise Aetzen der mit einem Aetzgrunde bedeckten Oberfläche des Stahls hervorgebracht, und davon ist hier nicht die Rede. Bei dem ächten Damast sind die, durch die Einwirkung schwacher Säuren auf der Oberfläche des Stahls entstehenden Zeichnungen, immer eine Folge der ungleichartigen Beschaffenheit des Stahls. Ein ganz gleichartiger Stahl würde daher zur Damastbildung nicht geeignet seyn. Selbst das Stabeisen ist selten so gleichartig, daß sich nicht auf der polirten Oberfläche desselben Damastzeichnungen entwickeln ließen. Man benutzt diese Ungleichartigkeit zuweilen zur Anfertigung von damascirten Gewehrläufen; in anderen Fällen schweißt man absichtlich härteres und weicheres Eisen zusammen, raffinirt die erhaltenen Stäbe mehrere male, und bereitet auf solche Weise ein Materialeisen zu Gewehrläufen, welches feine Damastzeichnungen entwickelt. Ein ganz ähnlicher

Erfolg tritt beim Raffiniren des härteren mit dem weicheren Stahl ein. Man kann diesen ächten Damast den künstlichen nennen. Man glaubt daß die besten orientalischen Klingen nur aus künstlichem Damast bestehen, bei welchem der härtere und der weichere Stahl auf eine regelmäßige Weise, nämlich dergestalt zusammengeschweißt werden, daß die gleichartige Masse des harten Stahls die Schneide bildet, und der weichere Stahl im Inneren der Masse, die Festigkeit des Werkzeuges erhöhet.

Der ächte natürliche Damast kann nur auf der Oberfläche eines möglichst gleichartigen Stahls entwickelt werden. Er ist das Resultat der in der Stahlmasse mehr oder weniger vollständig ausgebildeten Polykarburete. Es wird daher auf die Behandlung des Stahls beim Erstarren oder beim Glühen ankommen, ob er eine Damastentwickelung zuläßt, oder nicht. Schnelles Erstarren zerstört alle Damastbildung; langsames Erkalten, oder Glühen des schnell erstarrten Stahls, ruft sie hervor. Je mehr Kohle der Stahl enthält, desto mehr wird er, unter den dazu geeigneten Umständen, Damastzeichnungen entwickeln lassen. Je vollständiger sich die Karburete, durch langsames Erkalten, oder durch anhaltende Glühhitze, ausgebildet haben, desto weniger können sie durch das plötzliche Ablöschen des bloß im glühenden Zustande befindlichen Stahls beim Härten, wieder gänzlich zerstört werden, obgleich der stark gehärtete Stahl die Damastzeichnungen niemals in dem Grade der Vollendung zeigen kann, wie der schwach, oder der gar nicht gehärtete Stahl. Aller natürliche Damast deutet also zwar ebenfalls auf eine ungleichartige Beschaffenheit der Masse, allein diese Ungleichartigkeit ist nicht so groß als die des künstlichen Damastes, weshalb auch die Grade der Härte beim Härten nicht so auffallend verschieden sind, daß sie sehr große Unterschiede in der Härte an den verschiedenen Stellen des Stahls hervorbringen könnten. Dieser natürliche Damast, in sofern er nur das Resultat der mehr oder weniger vollstän-

digen Ausbildung der Karburete des Eisens ist, muß mit dem jedesmaligen Umschmelzen des Stahls wieder verloren gehen, weil dann eine völlige Gleichartigkeit der Masse eintritt, von deren Behandlung beim Erstarren oder Glühen es abermals abhängig wird, ob sich die Karburete, und mit ihnen die Damastzeichnungen, mehr oder weniger vollständig entwickeln. Es giebt aber geschmolzenen Stahl, welcher durch das Umschmelzen seinen Damast nicht verliert, wenn er auch plötzlich erstarrt, und nach dem plötzlichen Erstarren nicht ausgeglühet wird. Dies ist der mit anderen Metallen und vielleicht mit Erdbasen legirte Stahl. Aber diese Legirungen sind, wie schon früher gezeigt ward, keine Gemische, sondern bloß Gemenge, und verdienen den guten Ruf nicht in dem Grade der ihnen häufig beigelegt wird.

Von der Behandlung des Eisens in der Schweiß- und in der Glühhitze.

Das in den Flammenöfen erzeugte, und unter einem Stirnhammer oder unter einem Walzwerk zu regelmäßigen Stücken zusammengepreßte gefrischte Eisen, muß seine Vollendung durch neue Schweißhitzen erhalten, die zuweilen mehrere male wiederholt werden. In einem gewöhnlichen Frischheerde bei Holzkohlen, die mit einem Gebläse angefacht werden, würde dem Eisen die Schweißhitze nicht rasch genug gegeben werden können, und die Leistungen des Walzwerkes, welches dem Stabeisen die äußere Gestalt ertheilen soll, würden mit der langsamen Wirkung des Heerdes nicht im Verhältniß stehen. Außerdem sind die Holzkohlen in vielen Gegenden schon so theuer, daß man sich derselben schon deshalb nicht würde bedienen können. Man giebt daher die Schweißhitze in Flammenöfen, welche wegen ihrer Bestimmung den Namen: Schweißöfen, erhalten haben. Auch in solchen Gegenden, wo noch so viel

Holz angetroffen wird, daß der Frischprozeß in Frischheerden bei Holzkohlen ausgeübt werden kann, hat man den Anfang gemacht, den eigentlichen Frischprozeß von dem des Ausstrekkens des gefrischten Eisens zu trennen. Die Frischheerde liefern das Stabeisen in Gestalt von groben Stücken (Kolben) ab, welche demnächst die Schweißhitze in den Schweißöfen erhalten, und dann die verlangte äußere Gestalt unter den Walzwerken bekommen. Die Schweißöfen müssen so eingerichtet seyn, daß dem Eisen schnell der höchste Grad der Schweißhitze ertheilt werden kann, damit es durch den Luftzug keinen großen Abbrand erleidet, und daß es in einen so stark erweichten Zustand versetzt wird, daß sich durch das Zusammenpressen unter den Walzen die mechanischen Beimengungen von oxydirtem und verschlacktem Eisen vollständig entfernen lassen. Das Eisen wird daher um so fester und reiner ausfallen, je größer die Schweißhitze ist, die demselben im Schweißofen mitgetheilt ward. Niedrige Schweißhitzen geben immer zu faulbrüchigem und mürbem Stabeisen Veranlassung.

Die Schweißöfen erhalten sehr niedrige Gewölbe, um die Hitze zu concentriren. Das Verhältniß der Rostfläche zur Fuchsöffnung hängt von der Beschaffenheit des Brennmaterials ab, und die Größe des Ofens oder des Schweißheerdes bestimmt die Größe der Rostfläche. Aus Gründen die schon früher (Abtheilung 7.) vorgetragen worden sind, wird es rathsam seyn, die Rostfläche lieber zu groß zu wählen, als ihr einen Flächeninhalt zuzutheilen, bei welchem sich der Zweck nur so eben erreichen läßt. Eben so wird es nothwendig seyn, den Querschnitt der Fuchsöffnung niemals zu klein einzurichten, sondern das richtige Verhältniß desselben zur Rostfläche, nach den zu ermittelnden Leistungen des Ofens, durch Aufschütten von lockerem Sand abzustimmen. Die Essen müssen wenigstens 40—50 Fuß hoch, und oben mit einer Klappe versehen seyn, damit sie beim Herausnehmen der in Schweißhitze be-

findlichen Kolben geschlossen werden können. Die Zeichnungen Fig. 695. und 696. stellen einen Schweißofen dar, in welchem zu Paruschowitz bei Rybnick in Oberschlesien, die aus den Frischheerden (bei Holzkohlen) erfolgenden Kolben, die Schweißhitze bei Steinkohlen erhalten, und zwar Fig. 696. im söhligen Durchschnitt in der Höhe des Schweißheerdes und in der Oberansicht, und Fig. 695. im Längendurchschnitt und Aufriß. Der Heerd a besteht aus lockerem Sande, welcher etwa 3 Zoll hoch auf der Mauerung h ruht, zu welcher gewöhnliche Mauerziegel angewendet sind. Statt dieser massiven Mauer hätte auch ein Gewölbe, oder eine eiserne Platten zum Tragen des Sandheerdes a gewählt werden können. Durch das mehr oder weniger starke Auftragen des Sandes bei α wird die Größe des Querschnittes bestimmt, durch welchen die Flamme in den mit der Esse communicirenden Fuchs b geleitet wird. c ist das Schürloch zum Eintragen der Steinkohlen auf den Heerd. d ist die Feuerbrücke, die etwa 5 Zoll über der Sohle des horizontalen Schweißheerdes liegt. e sind eiserne Platten, welche vor den Oeffnungen l zum Eintragen und Herausnehmen der Kolben angebracht sind. Die Oeffnungen l müssen mit gut schließenden und leicht auf und nieder zu schiebenden Thüren versehen seyn. f sind Ankerplatten, mit denen der aus feuerfesten Thonziegeln bestehende Ofen g zusammengehalten wird. Das Gewölbe über dem Rost und dem Heerde ruht auf einer gegossenen eisernen Trageplatte i. — Das Eisen welches die Schweißhitze erhalten soll, wird durch die beiden Oeffnungen l nach der ganzen Länge des Heerdes, in der Gestalt von Kolben, neben einander gelegt, und darf, wie sich von selbst versteht, niemals in den kalten Ofen gebracht werden. Wenn die Arbeit beginnen soll, so muß der leere Ofen vorher die völlige Schweißhitze erhalten haben, worauf das Eisen schnell eingetragen, und bei ganz verschlossenen Thüren recht schnell in Schweißhitze gesetzt wird. Alsdann wird die Esse

mehr oder weniger vollständig geschlossen, die Kolben werden zu Stäben u. s. f. ausgewalzt, und sodann der Ofen mit neuen Kolben besetzt.

Bei der Verarbeitung des Stabeisens zu Blechen, Drath, Nägeln, Schaufeln und anderen Fabrikartikeln, fallen viele Abgänge ab, welche für sich nicht benutzt werden können, sondern wieder zu einer Masse vereinigt werden müssen, um diese wieder zu Stäben ausstrecken zu können. An mehreren Orten wird auch das alte Stabeisen gesammelt, und von den Fabrikbesitzern angekauft, um es zu Stäben umzuarbeiten. Die Benutzung der Abgänge und des alten Eisens findet entweder durch wirkliches Umschmelzen in Heerden (bei Holzkohlen), oder durch bloßes Zusammenschweißen des in Paquete (ramasse, daher in Frankreich auch das aus altem Eisen u. s. f. zusammengeschweißte Eisen, Ramaßeisen genannt wird), zusammengelegten Eisens statt. Das letzte Verfahren ist das zweckmäßigere. Durch das Umschmelzen in Heerden wird das Stabeisen in den roheisenartigen Zustand zurück geführt, und erleidet daher einen großen Gewichtsverlust, erfordert auch viel Holzkohlen. Gewöhnlich wendet man dabei auch zugleich Roheisen an, und verbindet die Benutzung des alten Eisens und der Eisenabfälle mit der Roheisenfrischarbeit. An einigen Orten sucht man die Eisenabfälle, in dem Augenblick wenn die Luppe im Frischheerde gaar eingegangen ist, an der Luppe anzuschweißen. Dies Verfahren ist zwar sehr lobenswerth, weil es wenig Eisenverlust und Kohleverbrauch nach sich zieht, allein es gestattet keine große Ausdehnung, weil jedesmal nur eine sehr geringe Menge Eisen in den Heerd gebracht werden kann. Ungleich empfehlenswerther ist das Verfahren, das alte Eisen und die Eisenabfälle, bei dem Frischprozeß in Flammenöfen, in dem Augenblick auf den Flammenofenheerd zu bringen, wenn das Feineisen sich zu erweichen anfängt, worauf noch einmal starkes Feuer gegeben, und dann zum Zertheilen,

Aufbrechen, Kehren und Wenden des eingeschmolzenen Eisens geschritten wird. Zu einer solchen Anwendung ist aber nicht immer Gelegenheit vorhanden, und man ist häufig auf die Benutzung des alten Eisens durch Zusammenschweißen beschränkt. Dies geschah früher in Flammenöfen mit horizontalen Heerden, auf welchen das in Haufen oder Paquete zusammengelegte Eisen die Schweißhitze erhielt. Um die Eisenabfälle zusammen zu halten, packte man sie in Tiegel von feuerfestem Thon, von 3—4 Zoll Höhe und 10—12 Zoll Weite im Durchmesser. Von solchen Tiegeln oder Kapseln stellte man 8—10 Stück auf den Heerd des Flammenofens, und nahm die Kapseln aus dem Ofen, wenn das Eisen die volle Schweißhitze erhalten hatte. Dies Verfahren wird indeß jetzt kaum mehr angewendet, weil es nicht bloß zu einem starken Eisenverbrand Anlaß giebt, sondern auch durch den Verbrauch an Kapseln, die jedesmal verloren gehen, kostbar wird. Ganz allgemein sind dagegen die Schweißöfen eingeführt, in welchen das Eisen durch die aus den verbrennenden Koaks entwickelte Glühhitze die Schweißhitze erhält. Diese Schweißöfen sind schon oben (bei der Südwalliser Frischarbeit) beschrieben worden. Das Zusammenbringen der Eisenabfälle in Paquete erfordert indeß einige Uebung. Hat man Abschnitte von Blechen aus einer Blechfabrik zu verarbeiten, so werden diese Abschnitte durch Kinder in Paquete zusammen gebunden. Der Knabe sitzt auf einer Bank, auf welcher vier eiserne Stifte eingeschlagen sind, durch welche die Länge und die Höhe der Paquete bestimmt werden. Zuerst werden zwei lange Blechabschnitte von möglichst gleicher Breite ausgesucht, und gegen zwei und zwei von den Stiften geschoben. Quer über diese beiden Streifen, innerhalb des Raums welcher durch die vier Stifte begränzt wird, werden dann die Abschnitte möglichst dicht über einander gelegt, mit einem Hammer zusammengeschlagen, und zuletzt mit den beiden Streifen umwickelt und

zusammen gehalten. Ein solches Paquet ist etwa 6 Zoll breit und hoch und 12 Zoll lang. Bei der Benutzung der alten Stabeisenabgänge bedient man sich allgemein derselben Methode des Zusammenlegens. Weil man aber zum Zusammenbinden solcher Paquete selten Blechstreifen von der erforderlichen Länge findet, so müssen mehrere einzelne Stücke zu diesem Behuf zusammengenictet werden. Man bindet die Paquete für die Blechabschnitte zuweilen mit einem, zuweilen mit zwei Bändern, das alte Eisen aber immer mit zwei Bändern, und außerdem auch noch wohl mit einem Bande, welches das Paquet der Länge nach umfaßt. Die fertig gebundenen Paquete kommen zuerst in den zum Anglühen bestimmten Raum, werden dann auf gebreitete Eisenstangen gelegt, und mit denselben in den Schweißofen geschoben.

Dieser Schweißöfen bedient man sich in England auch ziemlich allgemein zum Ausstrecken des Stahls und beim Raffiniren desselben, statt der gewöhnlichen Heerde, in welchen die unmittelbare Berührung des Stahls mit dem Brennmaterial und die Einwirkung des Luftstroms aus dem Gebläse auf den Stahl, häufig gar nicht zu vermeiden sind.

Bei der Bearbeitung des Eisens zu feineren Eisenstäben, zu Blechen, zu Drath u. s. f. ist es häufig gar nicht erforderlich, zuweilen sogar nachtheilig, daß das Eisen die Schweißhitze erhält, indem eine starke Rothglühhitze schon ausreichend, oder nur nothwendig ist. Das Verfahren welches man anwendet, um dem Eisen die Glühhitze mitzutheilen, besteht entweder in der Anwendung einer gewöhnlichen Grobschmiedeesse, in welcher das Eisen mit Holzkohlen oder auch mit Steinkohlen vor dem Gebläse erhitzt wird; oder in der Anwendung von Glühöfen. Die Glühöfen sind entweder gewöhnliche Flammenöfen, in welchen das Eisen auf einem besonderen Heerde durch die Flamme des auf dem Rost verbrennenden Brennmaterials, erhitzt wird; oder sie bestehen aus geschlossenen

Räumen, in welchen das Eisen unmittelbar auf den glühenden Kohlen liegt, und durch diese den angemessenen Grad der Hitze empfängt.

Das Glühen des Eisens vor dem Gebläse einer gewöhnlichen Schmiedeesse, findet nur noch in den Gegenden statt, wo man Hämmer zur Bearbeitung des Eisens anwendet, weil die Leistungen der Hämmer mit denen der Glühöfen nicht im Verhältniß stehen, folglich durch die Glühöfen, wegen der Langsamkeit der Arbeit unter dem Hammer, ein sehr großer Aufwand von Brennmaterial veranlaßt werden würde. Eine sehr gewöhnliche Einrichtung solcher Glühessen zeigen die Zeichnungen Fig. 699., 698. und 697., im horizontalen Durchschnitt, im senkrechten Durchschnitt durch die Form, und in der vorderen Ansicht. Man führt den Wind lieber durch zwei Düsen als durch eine in den Heerd, um den Eisenstäben auf eine größere Länge die Hitze geben zu können. Aus diesem Grunde sind zuweilen auch wohl drei Formen und Düsen neben einander angebracht. Der Raum unter der Form dient als Reservoir für die Kohlen, indem das Eisen niemals unter oder vor, sondern stets über der Form die Glühhitze erhält. Der Raum für die Kohlen wird außerdem durch die der Form gegenüber aufgeführte Mauer, welche man der Reinlichkeit wegen mit der eisernen Platte a bedeckt, möglichst begränzt. Die Oeffnung b in der Rückwand der Esse dient dazu, um Raum für lange Stäbe zu erhalten, von welchen nur der jedesmal zu erhitzende Theil über der Form liegt. Diese Oeffnung kann wegfallen, wenn nur kurze Stäbe erhitzt, und weniger der Richtung der Länge, als der Richtung der Länge und der Breite nach ausgestreckt werden sollen. Die Platten c c dienen den Eisenstäben zur Unterlage. In einigen Fällen schließt man den ganzen Glühraum vor den Formen mit einem gemauerten Gewölbe, um die Kohlen mit größerer Wirkung verbrennen zu lassen. Wo man sich der backenden Steinkohlen

bedient, die ein natürliches Gewölbe bilden, würde ein solches künstliches Gewölbe nur hinderlich seyn. Die Einrichtung der Esse stimmt mit der einer gewöhnlichen Grobschmiedeesse, oder eines gewöhnlichen Frischheerdes überein. — Auch Torfkohlen kann man in solchen Glühheerden vortheilhaft anwenden. — Auf solchen Hüttenwerken wo man sich bei der Bereitung der Eisenbleche noch der Hämmer bedient, werden die Stürze oder die noch nicht fertigen Bleche ebenfalls über Kohlen vor dem Gebläse geglühet. Bei diesem unvortheilhaften Verfahren legt man die Stürze auf Brechstangen quer über den Glühraum oberhalb der Form, beschüttet sie von allen Seiten, oben und unten mit Holzkohlen, und facht die Kohlen unter den Stürzen durch den langsamen Gang des Gebläses an.

Die Einrichtung der Glühöfen mit einem besonderen Glühheerde, auf welchem das Eisen die Glühhitze durch die Flamme des auf dem Rost verbrennenden Brennmaterials (Holz, Steinkohlen, Braunkohlen, Torf) empfängt, ist von der Einrichtung der gewöhnlichen Flammenöfen gar nicht verschieden. Der ganze Unterschied besteht nur darin, daß man kleinere Roste, im Verhältniß zur Heerdfläche, und engere Füchse anwendet, welche man mit Schiebern versieht, um sie ganz zu schließen, oder mehr und weniger zu öffnen. Die Fuchsöffnung sollte aber ebenfalls niemals oben im Gewölbe, oder in einer von den beiden Seitenmauern, sondern stets unten auf der Heerdsohle angebracht seyn, damit der Heerd gehörig erhitzt werden kann, und die Flamme nicht längs dem Ofengewölbe wegstreicht. Dagegen macht man die Feuerbrücken gerne hoch, damit der Luftstrom (welcher häufig viel unzersetzte atmosphärische Luft enthält), das zu glühende Eisen nicht unmittelbar treffen kann. Wenn keine bedeutend starke Hitze erfordert wird, so reicht eine 30 Fuß hohe Esse schon vollkommen hin. Die Oeffnung zum Einsetzen des kalten und zum Herausnehmen des glühenden Eisens wird häufig nicht an der Seite, sondern dem Rost gegenüber angebracht, so daß die Flamme, bei dem

successiv erfolgenden Heraüsnehmen und Verarbeiten des glühenden Eisens, nicht durch den Fuchs, sondern durch die Oeffnung abgeleitet wird, welche aber in jedem Fall mit einer gut schließenden und leicht verschiebbaren Thür versehen seyn muß. Die Dimensionen des Glühheerdes, also auch die des ganzen Glühofens, richten sich nach dem Zweck, zu welchem der Ofen bestimmt ist. Das zu glühende Eisen legt man nicht unmittelbar auf den (aus feuerfesten Ziegeln oder auch nur aus Sand bestehenden) Glühheerd, sondern auf Unterlagen von gegossenem Eisen oder von feuerfesten Ziegeln, damit es hohl liegt, und auf der unteren Fläche erhitzt werden kann. Der Glühheerd würde, ohne diese Vorsicht, als ein zu starker Wärmeleiter wirken, und das Glühendwerden des Eisens, besonders in der Gestalt von dünnen Blechen, erschweren. Zum Glühen der zur weiteren Verarbeitung bestimmten zerschnittenen Eisenstäbe, werden solche Glühöfen wenig angewendet, weil sie einen großen Brennmaterialienverbrauch veranlassen; aber häufig bedient man sich derselben, um dem schon vorbereiteten und zu Blechen bestimmten Eisen, welches bereits zu Stürzen verarbeitet ist, zur endlichen Vollendung die Glühhitze zu geben. Einen solchen Blechglühofen (mit Steinkohlenfeuerung) stellen Fig. 692., 691. und 690. im horizontalen Durchschnitt im Niveau des Glühheerdes, im Längendurchschnitt und in der vorderen (dem Rost entgegengesetzten) Ansicht dar. Zur Erläuterung dieser Zeichnungen ist nur noch anzuführen, daß a den Schieber andeutet, durch welchen der Fuchs geöffnet und geschlossen wird. Daß der Fuchs oben im Gewölbe des Ofens einmündet, ist zwar beim Anglühen der Bleche nachtheilig, indeß läßt sich diese Einrichtung ohne andere Unbequemlichkeiten nicht vermeiden, wenn die Oeffnung zum Einsetzen und Herausnehmen der Blechstürze dem Rost gegenüber angebracht wird. Diese Oeffnung liegt aber zweckmäßiger dort, als in der einen Seitenwand des Ofens, weil sie beim Herausnehmen der Stürze unaufhörlich geöffnet und niedergelassen wird,

so daß die kalte atmosphärische Luft eindringen würde, welches bei der in der Zeichnung angegebenen Lage der Oeffnung nicht der Fall ist; besonders wenn der Schieber des Fuchses fast ganz hineingeschoben wird, und die Flamme aus der halb geöffneten Thüre zu treten genöthigt ist.

Am zweckmäßigsten, und mit der größten Ersparung an Eisen und Brennmaterial verbunden, sind diejenigen Glühöfen, bei welchen das Eisen unmittelbar auf den, unter einem backofenartigen Gewölbe auf einem Rost und durch natürlichen Luftzug unter dem Rost, verbrennenden Kohlen liegt. Bei diesen Oefen lassen sich zwar auch Holzkohlen vortheilhaft anwenden, nur müssen die Roststäbe dann nahe an einander gerückt werden; allein am vortheilhaftesten ist die Anwendung der Steinkohlen oder der Koaks aus Backkohlen. Werden Steinkohlen angewendet, so läßt man sie immer erst abflammen, ehe man das Eisen einträgt. Diese Glühöfen sind für alle Fälle anwendbar, wenn das Eisen nur eine starke Glühhitze, und keine Schweißhitze erhalten soll. Das Gewölbe über dem Rost muß möglichst flach seyn. Die erhitzte Luft und der Rauch finden keinen anderen Abzug als durch die Oeffnung, welche zum Einsetzen und Herausnehmen des Eisens dient. Wenn der Rost immer hinlänglich hoch mit Kohlen bedeckt ist, so kann keine unzersetzte Luft an das Eisen treten. Die Stärke des Zuges läßt sich ganz einfach durch die größere oder geringere Entfernung der Roststäbe von einander bestimmen. Auch kann man die vordere Arbeitsöffnung, durch welche die Kohlen und das Eisen in den Glühraum gebracht werden, durch eine anzubringende Schiebethüre von Gußeisen so einrichten, daß sie sich mehr oder weniger öffnen läßt. Diese Oefen müssen unter einer Esse oder unter einer Schlotte stehen, um den Rauch und die erhitzte Luft abzuführen. Wenn das glühende Eisen nach und nach verarbeitet, und der Ofen leer geworden ist, so werden wieder so viel Kohlen auf den Rost gebracht, daß der nächste Eiseneinsatz die volle Glühhitze

bekommen, und auch so lange darin erhalten werden kann, bis der Ofen wieder von Eisen geleert worden ist. Durch die unmittelbare Berührung mit der Kohle wird das Eisen gegen die Oxydation geschützt, ohne, — wegen der niedrigen Temperatur und wegen der Kürze der Zeit, — die Einwirkung der Kohle zu erfahren. Aber diese unmittelbare Berührung des Brennmaterials mit dem Eisen veranlaßt auch zugleich die vollständigste Benutzung des ersteren. Den Aschenraum unter dem Rost kann man, wenn der Zug verstärkt werden soll, durch einen Luftkanal mit der freien Luft in Verbindung setzen, und die Einrichtung so treffen, daß das Zuströmen der Luft unter den Rost verstärkt oder geschwächt werden kann. Die Zeichnungen Fig. 694. und 693. zeigen die einfache Einrichtung eines solchen Glühofens in der vorderen Ansicht und im Längendurchschnitt, zu deren Erläuterung nichts hinzuzufügen nöthig ist. Man bedient sich dieses Glühofens auf der Rybnicker Hütte in Oberschlesien bei der Anfertigung der Eisenbleche, und auch um Stabeisen zu glühen, welches zu anderen Zwecken verarbeitet werden soll.

Zuweilen erhält das Eisen bloß eine Glühhitze, um demselben die Sprödigkeit zu entziehen, welche es durch das Bearbeiten unter Hämmern, Walzen u. s. f. erhalten hat, und um es durch das Ausglühen zur weiteren Bearbeitung geschickter zu machen. Dann muß der Luftzutritt beim Glühen vermieden werden, und das geglühete Eisen auch unter solchen Umständen erkalten, daß es der Einwirkung der Luft nicht ausgesetzt ist. So muß z. B. das Ausglühen des Drathes, wenn er zu noch feineren Dräthen ausgezogen werden soll, mit großer Vorsicht geschehen, damit das Ansetzen des Glühspans so viel als möglich verhindert wird. Der Glühspan schleift die Löcher in dem Zieheisen aus, und erweitert sie sehr schnell, weshalb er auch, wenn er sich durch schlechte Glühvorrichtungen angesetzt hat, vor der weiteren Bearbeitung des Drathes fortgeschafft werden muß, sey es dadurch, daß er zu-

vor durch eine in einem Brett befindliche Oeffnung gezogen, oder daß er abgerieben, und durch fließendes Wasser abgespült, oder daß er abgebeitzt wird. Das Ausglühen des Drathes vor dem Gebläse in einer Esse ist nicht zu empfehlen, weil es viel Kohlen erfordert, und weil der feinere Drath sehr leicht zu stark erhitzt wird. Oft bestehen die Oefen zum Ausglühen des Drathes nur aus einem überwölbten Heerde mit einer Thüre zum Einsetzen und Ausnehmen der Drathringe, und mit einer Oeffnung im Gewölbe, aus welcher der Rauch abzieht. Die Drathringe liegen in solchen Glühöfen auf gemauerten oder eisernen Unterlagen, und werden mit Holzkohlen ausgeglühet, denen die zum Verbrennen erforderliche Luft, durch Oeffnungen zugeführt wird, die unter den Unterlagen in der Umfassungsmauer des Ofens angebracht sind. Zwar erfordert dies Verfahren weniger Holzkohlen als das vorige, allein das Ansetzen des Glühspans ist dabei doch nicht zu vermeiden. Statt der Holzkohlen läßt sich auch schnell brennendes Holz, Reisig u. s. f. anwenden, welches unter den Unterlagen in Brand gesteckt wird. — Ein anderes Verfahren besteht darin, daß man die Drathringe in runden, 2—4 Fuß im Lichten weiten, 8—10 Fuß hohen cylindrischen, auf der einen Seite mit einer eisernen Thüre, oben mit einem Gewölbe und unten mit einem Rost und Aschenfall versehenen Ofen ausglüht. Der Rauchabführungskanal befindet sich oben in der Kuppel des Ofens, und durch die Thüre vor dem Aschenfall läßt sich die Stärke des Zuges reguliren. In einer Höhe von 12—18 Zoll über dem Rost liegen eiserne Stäbe oder Böcke, auf welchen die Drathringe über einander in die Höhe geschichtet werden. Der unterste Drathring erhält eine gegossene eiserne ringförmige Unterlage, um den Drath der Stichflamme nicht auszusetzen. Alle Zwischenräume zwischen der Peripherie der Drathringe und der inneren Umfassungsmauer des Ofens, so wie die durch die Drathringe selbst gebildeten hohlen Cylinder, füllt man mit trocknem Holz aus, um den Drath überall gleich

stark zu erhitzen. Vor dem Anzünden müssen die Seitenthüren zum Einsetzen und Ausnehmen des Drathes, so wie die zum Rost führende Thüre sorgfältig verschlossen werden, und die Stärke des Luftzuges wird dann durch Registeröffnungen in der Thüre des Aschenfalles bestimmt. Obgleich diese Oefen wenig Brennmaterial verbrauchen, so läßt sich doch das Ansetzen des Glühspans nicht verhindern, weshalb man auch die Drathringe vor dem Glühen mit einem Brei von Kalk und fein geschlämmtem Lehm überzieht, und den Drath mit diesem lufttrocken gemachten Ueberzuge glühet. Aber die feineren Drathsorten lassen sich auch auf diese Weise nicht glühen, weil sie leicht zu stark angegriffen werden. Bei diesen geschieht das Ausglühen in gegossenen eisernen Gefäßen, welche aufs sorgfältigste bedeckt und verklebt werden, um allen Luftzutritt abzuhalten. Ueberhaupt sollte aber das Ausglühen alles Drathes, auch des gröbsten, immer in vollkommen geschlossenen Gefäßen geschehen. Diese können die Gestalt eines gegossenen eisernen Cylinders haben, dessen äußere Flächen überall von der Flamme umspielt werden. Man stellt diese Gefäße in der Mitte eines gemauerten Ofens auf ein massives Fundament, und läßt sie entweder unbeweglich darauf stehen, oder trifft die Einrichtung, daß sie durch eine Oeffnung in der Seitenmauer des Ofens (auf gegossenen eisernen Schienen, oder auf andere Weise) herausgeschoben und wieder in den Ofen hineingebracht werden können. Wenn das cylindrische Gefäß in den Ofen geschoben ist, um die Glühhitze zu erhalten, so wird jene Oeffnung mit einer verlorenen Mauer zugesetzt, und dann mit der auswärts angebrachten eisernen Thüre verschlossen. Das cylindrische Gefäß selbst ist mit einem gegossenen eisernen Deckel verschlossen, dessen Fugen entweder durch Sandfüllungen, oder durch Ueberzüge von Thon gedichtet seyn müssen. Um den cylindrischen Ofen oben zu schließen, und die Hitze zusammen zu halten, versieht man ihn mit einem Gewölbe, oder mit einer Kuppel, wozu man eine Haube von starkem Eisenblech

wählen kann, die inwendig mit Thon bekleidet ist. Diese Kuppel ist sehr flach, und hat in der Mitte eine Oeffnung zum Abziehen der Flamme und der Dämpfe, welche durch ein Abzugrohr in eine Esse, oder auch in die freie Luft geleitet werden können. Wenn das eiserne Gefäß unbeweglich ist, so muß die Haube leicht abgehoben werden können, um den Ofen schnell erkalten zu lassen, und um den geglüheten Drath herauszunehmen, und den zu glühenden wieder einzusetzen. Ist aber das Gefäß beweglich, so ist das Abheben der Haube nicht erforderlich. Die Oefen mit beweglichen Gefäßen haben den Vortheil, daß der Ofen nicht erst ganz erkalten darf, indem das Ausglühen mit geringen Unterbrechungen fortgehen kann, wenn man wenigstens zwei Gefäße im Vorrath hat, von denen das eine Gefäß gefüllt ist, und sogleich in den Ofen geschoben werden kann, wenn das andere die Glühhitze erhalten hat. Die Feuerung geschieht (mit Holz, Torf oder Steinkohlen), auf 2, 3 oder 4 Rosten, welche, in gleichen Entfernungen von einander, in dem ringförmigen Zwischenraum zwischen den inneren Ofenwänden und dem massiven Cylinder angebracht sind, auf welchem das eiserne Ausglühegefäß ruhet. Man kann aber auch den ringförmigen Raum aus einer einzigen zusammenhängenden Rostfläche bestehen lassen. Die Zeichnungen Fig. 650., 651. und 652. stellen einen solchen Glühofen mit unbeweglichem Glühgefäß, in der Oberansicht mit abgenommener Haube, und in den Durchschnitten nach AB und CD vor. a ist ein massiver cylindrischer Pfeiler, dessen Querschnitt einen Durchmesser von 5 Fuß hat. Auf diesem Pfeiler steht das cylindrische gußeiserne Gefäß b von 7 Fuß Höhe und 4½ Fuß Durchmesser im Lichten. Dies Gefäß wird mit einem gegossenen eisernen Deckel, in der aus der Zeichnung hervorgehenden Art verschlossen, und die Fugen werden dann noch mit Lehm verschmiert. Der um den Pfeiler und das Gefäß erbaute Ofen, ist bis 18 Zoll über der Roststäche cylindrisch. Der Rost geht rings um den Pfeiler, und ist aus einzelnen

Kreisstücken zusammengesetzt, die auf eisernen Balken ruhen. Die Breite des Rostes beträgt 18 Zoll. Die Feuerung findet, wie aus dem Horizontaldurchschnitt hervorgeht, durch vier Schürlochöffnungen statt, welche je zwei und zwei einander gegenüber stehen. Der Rost liegt 18 Zoll tiefer als die Oberfläche des Pfeilers, und von dieser Höhe an, verengt sich die das Gefäß umgebende Ofenmauer kuppelförmig dergestalt, daß sie sich dem Deckel und Kranze des eisernen Cylinders bis auf eine Entfernung von 6 Zoll nähert. Die lichte Weite des Ofens beträgt also in der Höhe des Bodens des Glühgefäßes 8 Fuß, und oben wo die Umfassungsmauer sich endigt, nur 6 Fuß 2 Zoll. Ist der Drath eingesetzt, der Deckel aufgeschraubt und verschmiert, so wird ein aus eisernen Stäben zusammengesetzter und mit Lehm ausgeklebter haubenartiger Aufsatz c aufgestellt, und der innere Ofenraum geschlossen. In der Mitte der Kuppel befindet sich eine Oeffnung von 6 Zoll im Durchmesser, in welche ein blechernes Rohr mündet, durch welches der Rauch in eine Esse, oder in die freie Luft geleitet wird. Nach 6—8 stündigem Feuern wird kein Brennmaterial mehr nachgetragen, sondern man nimmt die Haube c bald ab, und läßt das Gefäß im Ofen erkalten.

Von der Benutzung der Eisenfrischschlacken.

Die Eisenfrischschlacken sind reicher als die mehrsten Eisenerze, denn sie enthalten 40—50 Prozent Eisen. Weil beim Verfrischen von 100 Theilen Roheisen wenigstens 30 Theile Schlacken abfallen, die bei dem Frischprozeß *nicht* wieder benutzt werden, so gehen von dem Roheisen, welches dem Frischprozeß übergeben wird, *wenigstens* 15 Prozent Eisen ganz verloren. Berechnet man diesen Verlust auf die vielen Hunderttausende von Centnern Roheisen die jährlich verfrischt werden, so muß der jährliche Verlust an Eisen in den Frisch- und Luppenschlacken sehr bedeutend erscheinen. Man ist schon längst

darauf aufmerksam gewesen, die Frischschlacken zu benutzen, allein der Erfolg hat den Erwartungen nicht entsprochen, weil ungleich ärmere Eisenerze, ungeachtet der Gewinnungskosten die sie veranlassen, doch mit größerem Vortheil, d. h. mit einem ungleich geringeren Kohlenverbrauch, verarbeitet werden konnten, als die reicheren und fast ganz kostenlosen Frischschlakken. Die Benutzung in den Rennheerden fiel, wegen des geringen Ausbringens an Eisen aus den Schlacken und wegen des außerordentlich großen Kohlenverbrauchs, so unvortheilhaft aus, daß man auch an den wenigen Orten wo man die Benutzung versuchte, sehr bald wieder davon abstand. Eine Erhöhung der Heerde, und eine Art von Stückofenwirthschaft, gab eben so ungünstige Resultate, obgleich noch jetzt in Schweden sogenannte Schlackenöfen vorhanden sind, welche aus einem gewöhnlichen, mit Kohlenlösche ausgeschlagenen Heerde (Luppenheerde oder Rennheerde) bestehen, auf welchen ein kleiner, 6 Fuß hoher gemauerter Schacht gestellt ist. In diesem Ofen wird die Schlacke, bei einem sehr reichlichen Verhältniß zu den Kohlen, niedergeschmolzen, und die auf dem Boden des Heerdes sich bildende Luppe vorne auf der Arbeits- oder Schlackenseite des Heerdes ausgebrochen. Der größte Theil der Frischschlacke wird aber als solche wieder abgestochen und aus der Schlackenöffnung abgelassen, indem das Eisen nicht zur Reduktion gelangt.

Ein anderer Umstand, welcher der allgemeineren Benutzung der Frischschlacken hinderlich ist, besteht darin, daß sich in der Frischschlacke der größte Theil des Phosphorgehaltes des Roheisens, bei dessen Verfrischung die Frischschlacke entstanden ist, als Phosphorsäure, in Verbindung mit dem oxydirten Eisen ansammelt. Diese Verbindung der Phosphorsäure mit dem oxydirten Eisen, gelangt ungleich leichter zur Reduction als das mit der Kieselerde verbundene oxydirte Eisen. Deshalb wird man auch von den Frischschlacken, als Zusatz zur Beschickung beim Betriebe der Schmelzöfen, nur mit großer Vorsicht Ge-

brauch machen können. Wo das Roheisen zu Gußwaaren angewendet wird, da fällt dieses Hinderniß jedoch weg. Die einzige vortheilhafte Art, den Eisenfrischschlacken den Eisengehalt zu entziehen, besteht nämlich darin, sie bei dem Betriebe der Schmelzöfen mit in die Gattirung zu bringen, zugleich aber auch die Beschickung strengflüssiger einzurichten. In niedrigen Oefen wird aber dennoch die Reduction des oxydirten Eisens in den Frischschlacken sehr unvollkommen geschehen, und es wird ein großer Theil des oxydirten Eisens in die Hohenofenschlacke wieder übergehen, so daß bei dem gaarsten Gange dunkel gefärbte Schlacken und weißes Roheisen entstehen können. Nur in hohen Schmelzöfen und bei strengflüssigen Beschickungen, wird es möglich seyn, den Eisenfrischschlacken den Eisengehalt abzugewinnen; indeß scheint mit der Benutzung derselben doch kein wesentlicher Vortheil verbunden zu seyn, besonders wenn das Roheisen zum Verfrischen bestimmt ist, und man daher darauf Rücksicht zu nehmen hat, nicht mehr Phosphor in das Roheisen zu bringen, als die Eisenerze selbst schon enthalten. Die Leichtflüssigkeit der Schlacken steht mit der Reducirbarkeit des an der Kieselerde gebundenen oxydirten Eisens in einem so ungünstigen Verhältniß, daß sich daraus das unvortheilhafte Verhalten der Eisenfrischschlacken in niedrigen Oefen und bei nicht absichtlich darauf eingerichteten Beschikkungen, sehr leicht erklärt.

Literatur.

Versuch eines systematischen Verzeichnisses der Schriften und Abhandlungen vom Eisen, als Gegenstand des Naturforschers, Berg- und Hüttenmanns, Künstlers und Handwerkers, Kaufmanns, Staatshaushälters und Gesetzgebers. (Von Abt). Berlin 1782. — Vollständige systematische Literatur vom Eisen u. s. w. Von J. G. L. Blumhof. Braunschweig 1803.

Hand- und Lehrbücher. E. Swedenborgii regnum subterraneum sive minerale de ferro etc. Dresdae et Lipsiae 1734. — Sven Rinman Försök till järnets historia, med tillämpning för slögder och handtwerk. Stockholm, 1782 (2 Bde.) Eine deut-

sche Uebersetzung Berlin, 1785; eine zweite, Liegnitz, 1814. 1815. — W. A. Tiemann, systematische Eisenhüttenkunde. Nürnberg, 1801. — J. J. F. Wähler, Grundriß der Eisenhüttenkunde. Berlin, 1806. — W. A. Lampadius, Handbuch der allgemeinen Hüttenkunde. Vierter Band (Eisenhüttenwesen) Göttingen, 1810. — F. A. v. Marcher, Beiträge zur Eisenhüttenkunde. 15 Bände. Klagenfurth, 1805—1812. — Desselben, Notizen und Bemerkungen über den Betrieb der Hohöfen und Rennwerke zur Verschmelzung der Eisenerze in verschiedenen Staaten. Hft. I—V. Klagenfurth 1808—1811. — J. H. Hassenfratz, la Syderotechnie, ou l'art de traiter les minerais de fer, pour en obtenir de la fonte, du fer, ou de l'acier. I—IV. Paris 1812. (Im Auszuge übersetzt von Hasse. Bd. I. II. Leipzig, 1820. 1822). — Traité du fer et de l'acier etc. Paris, 1804. — Encyklopädie der gesammten Eisenhüttenkunde u. s. f. Von J. G. L. Blumhof. I—IV. Gießen 1816—1820. — Handbuch der Eisenhüttenkunde, von C. J. B. Karsten. 2te Auflage. I—IV. Berlin, 1827. (Trad. par T. J. Culmann. I—III. Metz, 1830). — L'art du maitre de forges etc. Par Pelouze. I. II. Paris, 1827. 1828. — Manuel complet théorique et pratique du maitre de forges etc. Par Landrin. I. II. Paris, 1829.

Schriften über verschiedene Gegenstände des Eisenhüttenwesens. Jern-Kontorets Annaler. 1817—1830. Stockholm. — L'art de convertir le fer forgé en acier, et l'art d'adoucir le fer fondu; par de Reaumur. Paris, 1722. — G. Jars metallurg. Reisen, übers. von Gerhard. Berlin, 1777. (4 Bde, von denen die beiden ersten über das Eisenhüttenwesen in verschiedenen Staaten). — Drei Abhandlungen über die Preisfrage: Worin besteht der Unterschied zwischen Roheisen und geschmiedetem Eisen. Von Lampadius, Herrmann und Schindler. Leipzig 1799. — Rinman's Anleitung zur Kenntniß der gröberen Eisen- und Stahl-Veredelung. Wien 1777. — Garnei vom Bau und Betrieb der Hohenöfen. Aus dem Schwed. von Blumhof. 2 Bde. Freiberg, 1801. — C. Volhann, Beiträge zur neueren Geschichte des Eisenhüttenwesens. Eichstädt 1825. — v. Pantz und Atzl, Versuch einer Beschreibung der vorzüglichsten Berg- und Hüttenwerke des Herzogthums Steyermark. Wien, 1814. — Karsten, metallurgische Reise durch einen Theil von Bayern und durch die süddeutschen Provinzen Oesterreichs. Halle 1821. — Voyage métallurgique en Angleterre. Par Dufrenoy et de Beaumont. Paris, 1827. — Mémoires métallurgiques sur le traitement des minérais de fer, d'étain et de plomb en Angleterre. Par Coste et Perdonnet Paris, 1830. — Hausmann, Reise durch Skandinavien. Göttingen. Bd. I—V. — Einzelne Abhandlungen in den Annales des arts, in den Annales des mines, im Bulletin de la societé d'encouragement pour l'industrie nationale, im Industriel, in Tilloch's philosophical Magazine, und im Archiv für Bergbau und Hüttenwesen.

Zink.

In Asien (China) ist dies Metall ungleich früher als in Europa absichtlich aus seinen Erzen gewonnen worden. Das Verfahren bei der Darstellung des Zinkes in jenem Welttheil kennt man nicht. Das Zink ward sonst nur in Verbindung mit anderen Metallen, namentlich mit Kupfer, und nicht für sich allein, zu technischen Zwecken angewendet. In dieser Verbindung benutzte man das Metall sehr viel früher, als man überhaupt eine Kenntniß von demselben erhalten hatte (2te Abtheilung). So lange das Zink nur als ein ungeschmeidiges Metall bekannt war, schien es einer unmittelbaren Anwendung in den Gewerben nicht fähig zu seyn; nachdem man aber die Entdeckung gemacht hatte, daß es in einer gewissen Temperatur einen bedeutenden Grad von Dehnbarkeit besitze, hat man angefangen, sich des Zinkes zur Anfertigung von Blechen zu bedienen. Eine fast noch größere Anwendung hat dies Metall aber dadurch gefunden, daß man es unmittelbar mit dem Kupfer legirt, und dadurch diejenigen Metallgemische hervorbringt, welche früher nur auf eine mittelbare Weise aus Kupfer und aus den Erzen des Zinkes dargestellt wurden. Mit Ausnahme der geringen Quantitäten Zink, welche bei Goßlar gelegentlich beim Verschmelzen der Bleierze in Schacht-

öfen erhalten werden, hat man das reguliniſche Zink in Europa erſt ſeit der Mitte des vorigen Jahrhunderts aus ſeinen Erzen darzuſtellen verſucht. Dieſe Verſuche blieben aber faſt mehr auf die Laboratorien beſchränkt, als daß ſie zu einer metallurgiſchen Gewinnung des Zinkes im Großen Veranlaſſung gegeben hätten. Erſt ſeit dem Anfange dieſes Jahrhunderts iſt die Gewinnung des Zinkes ein Gegenſtand für die Metallurgie geworden, und England, Belgien, Pohlen und Deutſchland verſorgen jetzt Aſien mit dem Metall, welches früher zum größten Theil von dort nach Europa gebracht ward. Obgleich die Zinkbleche und Zinkdräthe in dem kurzen Zeitraum von kaum 30 Jahren ſchon zu mancherlei Zwecken angewendet worden ſind; ſo ſteht dem Zink hoffentlich doch noch eine allgemeinere Anwendung bevor. Zur Bereitung des Meſſings bedient man ſich aber ſchon jetzt faſt überall des reguliniſchen Zinkes, und macht nur noch auf wenigen Hütten von den Zinkerzen zu jenem Zweck einen Gebrauch.

Das Zink hat eine bläulichweiße Farbe, und auf dem friſchen Bruch ein ſtrahligblättriges Gefüge, mit einem ausnehmend ſtarken Metallglanz (Spiegelglanz) auf den Flächen. Farbe, Gefüge und Glanz ändern ſich auf verſchiedene Weiſe ab, je nachdem das Zink mit anderen Metallen mehr oder weniger verunreinigt iſt. Die Farbe erhält eine ſtärkere Beimiſchung von Grau, der blättrige Bruch wird auf der einen Seite mehr ſtrahlig, auf der anderen mehr körnig, und mit dieſen Veränderungen der Farbe und der Textur iſt dann eine Verminderung des Glanzes verbunden. Das im Handel vorkommende Zink, iſt niemals ein ganz reines Metall, ſondern jederzeit mit verſchiedenen anderen Metallen verunreinigt, welche durch die Zinkdämpfe und durch die bei der Deſtillation des Zinkes aus ſeinen Erzen ſich entwickelnden Gasarten, mit verflüchtigt worden ſind. Reines Zink läßt ſich nur durch wiederholtes Deſtilliren des gewöhnlichen im Handel vorkommen-

den Zinkes, aus demselben darstellen. Dieses Umdestilliren ist zwar ein Mittel, einen großen Theil von den beigemengten Metallen in dem Destillationsgefäß zurück zu behalten, allein man darf die Destillation nicht zu weit treiben, sondern muß dieselbe abbrechen, ehe sich das Zink vollständig verflüchtigt hat. Außerdem läßt sich durch das Umdestilliren die Verunreinigung des Zinkes mit anderen flüchtigen Metallen (Kadmium) nicht aufheben, weshalb die Reinigung des Zinkes im Großen durch eine abermalige Destillation, nicht eingeführt ist. Die das Zink verunreinigenden Metalle können zuweilen einige Prozente betragen. Kommt es daher darauf an, ganz reines Zink zu chemischen Untersuchungen zu erhalten, so giebt es zur Darstellung desselben kein anderes Mittel, als die Abscheidung der beigemischten Metalle auf nassem Wege, denn selbst die Reinigung des Zinkes durch Schwefel (welcher sich mit dem regulinischen Zink nur sehr schwer verbindet), ist nur ein sehr unvollkommenes Mittel, um das Zink von den demselben beigemischten Metallen zu befreien. Bei der Verarbeitung des Zinkes zu Blechen und Dräthen würde die Reinigung des Zinkes zu kostbar seyn, und doch der Absicht nicht vollständig entsprechen.

Das specifische Gewicht des Zinkes schwankt zwischen 6,85 und 7, je nachdem es rein oder mehr und weniger mit anderen Metallen verunreinigt ist. Durch das Hämmern und Walzen wird das specifische Gewicht bis 7,2, auch wohl bis 7,3 erhöhet. Beimengungen von $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Prozent Blei, welche bei dem Zink zuweilen angetroffen werden, ertheilen demselben das größere specifische Gewicht von 7, welches das reine gegossene, und unter den Hämmern und Walzen nicht zusammengedrückte Zink, niemals erreicht.

Die Härte des Zinkes ist größer als die des Silbers, aber geringer als die des Kupfers. Reines Zink hat einen feinen Silberklang, der durch Verunreinigung mit Eisen und

Blei verloren geht. Das Zink gehört im Allgemeinen zu den spröden Metallen, und besitzt daher eine geringe absolute Festigkeit. Dagegen widersteht es dem Zusammendrücken mit großer Kraft, obgleich das Verhältniß der relativen Festigkeit des Zinkes zu der der anderen Metalle, in Zahlen noch nicht ausgedrückt werden kann, weil es an genaueren Untersuchungen darüber fehlt. Ganz reines Zink besitzt schon in der gewöhnlichen Temperatur einige Dehnbarkeit, und läßt sich zu dünnen Blechen austreiben, ohne Kantenrisse zu erhalten. Diese Dehnbarkeit vermindert sich aber durch sehr geringe Beimischungen von anderen Metallen, und das nicht reine Zink ist so spröde, daß es in der gewöhnlichen Temperatur unter dem Hammer zerspringt.

In der Wärme dehnt sich das Zink sehr stark aus. Schon in der Temperatur der Wassersiedhitze verlängern sich 1000 Theile bis zu 1003. Das geschmolzene Zink zieht sich daher beim Erstarren sehr stark zusammen. Wird es in offenen Formen zu Tafeln oder Platten ausgegossen, so erhalten diese, bei einer nicht vorsichtigen Behandlung, beim Erkalten, in der Mitte, — wo die Masse am längsten flüssig bleibt, — tiefe Gruben und Einsenkungen, wodurch die Platten zu der Anwendung zu Blechen ganz unbrauchbar werden. Man muß die gußeisernen Formen daher stark erhitzen, und die Temperatur des flüssigen Zinkes nicht zu sehr erhöhen, damit die Erstarrung langsam, und bei einer möglichst geringen Temperaturdifferenz erfolgt. Hat das Zink beim Schmelzen eine zu große Hitze erhalten, d. h. ist der Grad der Schmelzhitze bedeutend überstiegen worden, so erniedrigt man die Temperatur des geschmolzenen Zinks dadurch, daß man eine angemessene Menge ungeschmolzenes Zink hinzufügt. Ein zu starker Zusatz ist aber zu vermeiden, weil das Metall dann zu dickflüssig wird, und die Form unvollkommen ausfüllt.

In der Temperatur welche zwischen der Wassersiedhitze

und dem 150sten Grade des hunderttheiligen Thermometers liegt, wird die Dehnbarkeit des Zinkes sehr erhöhet, und selbst das nicht reine Zink erhält in diesen Graden der Temperatur die Eigenschaft, sich unter den Hämmern und Walzwerken ausdehnen zu lassen. Mit dem Sinken der Temperatur scheint sich die Dehnbarkeit zwar zu vermindern; allein das schon ausgestreckte Metall behält auch in der gewöhnlichen Temperatur Geschmeidigkeit und Dehnbarkeit, welche es vor dem Ausstrecken nicht besaß. Bei diesem Ausstrecken bekommt das Zink, wie jedes Metall, einen gewissen Grad von Sprödigkeit, welcher eine Folge des Streckens ist, und wovon man den eigentlichen Grund noch nicht kennt. Diese Sprödigkeit läßt sich aber auch, eben so wie bei allen anderen ausgestreckten Metallen, durch Erwärmen und freiwilliges Erkalten an der Luft, wieder entfernen. Diese Eigenschaft des Zinkes, in einer etwas über der Wassersiedhitze erhöheten Temperatur, dehnbar zu seyn, und es dann, wenn die Ausdehnung in jener Temperatur wirklich erfolgt ist, auch in der gewöhnlichen Temperatur (obgleich in einem verminderten Grade) zu bleiben, hat die Anwendung des früher für sich fast gar nicht benutzten Metalles zu manchen wichtigen technischen Zwecken möglich gemacht. Das nach dem Erwärmen schnell oder langsam erkaltete Zink, erhält wieder seine vorige Sprödigkeit, wenn es in der angemessenen Temperatur nicht wirklich ausgedehnt worden ist.

Steigt die Temperatur über 150 Grad, so nimmt die Geschmeidigkeit des Zinkes schon sehr bedeutend ab, und bei einer Temperatur von + 200 Grad des hunderttheiligen Thermometers ist das Metall ungleich spröder als in der gewöhnlichen Temperatur. Die Sprödigkeit ist dann so groß, daß sich das Zink im Mörser zu Pulver zerstoßen läßt. Zink welches bis zu 200 Graden und darüber erhitzt worden ist, hat in seiner Dehnbarkeit nicht gelitten, wenn man die Tempera-

tur bis zu etwa 120 Grad sinken läßt, und dann die Bearbeitung unter dem Walzwerk vornimmt. Bei dem Auswalzen der Zinkplatten zu Blechen, hat man daher die zu starke Erhitzung des Metalles nur in sofern zu vermeiden, als man unnöthig an Zeit und an Brennmaterial verliert, weil man die Temperatur der zu stark erhitzten Platten wieder bis zu dem Grade sinken lassen muß, daß die Verarbeitung derselben unter den Walzen vorgenommen werden kann.

Schon bei einer Hitze von 360 bis 370 Grad der Centesimalscale, — also in einer Hitze in welcher erst die zweiten Anlauffarben des Eisens zum Vorschein kommen, — wird das Zink flüssig. In einer starken Rothglühhitze verflüchtigt es sich und läßt sich in verschlossenen Gefäßen, mit Beibehaltung seiner Eigenschaften, destilliren. Die Zinkdämpfe verstopfen indeß sehr leicht die Röhren welche das Destillationsgefäß mit der Vorlage verbinden, weshalb die Retortenhälse entweder sehr kurz seyn, oder stark erhitzt werden müssen. Geschieht die Erhitzung des Zinkes bei Luftzutritt, so überzieht sich das Metall nach erfolgter Schmelzung mit einer grauen Haut, welche das darunter befindliche Zink in einem ziemlichen Grade gegen die weitere Oxydation schützt. Steigt die Hitze bis zu einem starken Rothglühen, so muß die Decke schon sehr dick seyn, um das Verbrennen des Zinks, welches mit einer grünlichen, — ins Blaue und ins Gelbe nuancirenden — Farbe geschieht, zu verhindern. Der Rauch setzt sich beim Condensiren als ein sehr lockeres, weißes und flockiges Gewebe ab, bei welchem nichts krystallinisches zu bemerken ist. Diese Flocken (Zinkblumen, Pompholix, Tutia, Lana philosophica, Nihilum album), sind bekanntlich das Zinkoxyd, welches aus 80,13 Zink und 19,87 Sauerstoff besteht, indem 100 Theile Zink im Oxyd 24,4 Sauerstoff aufnehmen. Wenn sich das Zinkoxyd unter Umständen bildet, wobei es einer sehr starken Glühhitze anhaltend ausgesetzt bleibt, so erscheint es als eine derbe und

krystallinische Masse, gewöhnlich von grünlicher oder gelblicher Färbung.

Ganz trockne atmosphärische Luft und reines Wasser wirken nicht auf das Zink, welches erst in der Rothglühhitze die Wasserdämpfe zersetzt. Aber durch die vereinigten Wirkungen der atmosphärischen Luft und des Wassers, erfolgt wirklich eine Zersetzung des Wassers, und das Zink überzieht sich daher an der feuchten Luft mit einer dünnen grauen Rinde, die an Stärke nicht zunimmt, und auch durch die Luft keine weiteren Veränderungen erleidet. Diese Rinde erhält, wenn sie trocken wird, eine weißgraue Farbe. Man hält dafür, daß sie ein Suboxyd des Zinkes sey, und kein Gemenge von Oxyd mit regulinischem Zink. Diese lichtgraue oxydirte Verbindung läßt sich auch darstellen, wenn man Feilspäne von Zink mit Wasser anfeuchtet und ruhig liegen läßt. Die zusammen geballte und feucht erhaltene Masse schwillt nach einiger Zeit auf, wobei sich Gasblasen (Wasserstoffgas) entwickeln, und zuletzt jene graue Substanz zurückbleibt. Reines Wasser löst übrigens weder das Zink noch seine Oxyde auf, obgleich es sich mit dem Zinkoxyd allerdings zu einem Hydrat verbindet, welches auch in der Natur angetroffen wird.

Unter den Verbindungen des Zinkoxyds mit anderen Körpern ist für den Metallurgen die Verbindung mit Kohlensaure die interessanteste. Das kohlensaure Zinkoxyd verliert schon in schwacher Rothglühhitze alle Säure, und es bleibt das reine Oxyd zurück.

So häufig auch die Verbindung des Zinks mit Schwefel in der Natur angetroffen wird, so schwierig ist es, beide Körper künstlich mit einander zu verbinden. Die Vereinigung erfolgt nämlich erst in einer so hohen Temperatur, daß sich der Schwefel schon gänzlich verflüchtigt hat, weshalb man die Vereinigung nicht unmittelbar, sondern auf einem mittelbaren Wege bewerkstelligen muß. Reines Schwefelzink besteht aus 66,72

Zink und 33,28 Schwefel, indem sich 100 Zink mit 49,9 Schwefel verbinden. Das natürliche Schwefelzink (in Deutschland Blende genannt), schmelzt in verschlossenen Gefäßen erst in einer hohen Temperatur, welche den Grad des Weißglühens erreicht. Wirken erhöhete Temperatur und atmosphärische Luft gleichzeitig auf das Schwefelzink, so wird nur eine unbedeutende Menge von schwefelsaurem Zinkoxyd gebildet. Der Schwefel verflüchtigt sich größtentheils als schwefligte Säure, und es bleibt Zinkoxyd zurück, wenn keine Kohle zugegen war. Wenn aber Kohle zugleich mit angewendet wird, und wenn die Temperatur nicht zu niedrig ist, so reducirt sich das Zinkoxyd, und es verflüchtigt sich das reducirte Metall in Dämpfen, welche in der Atmosphäre sogleich wieder in Zinkoxyd umgeändert werden. Beim Rösten der Blende ist daher wohl zu überlegen, welcher Zweck durch die Röstarbeit erreicht werden soll. Hat man die Absicht, die Blende auf Zink zu benutzen, so würde ein Zusatz von Kohle ein sehr fehlerhaftes Verfahren seyn, weil ein großer Theil des Zinkes dann schon durch das Rösten verflüchtigt wird. Soll durch das Rösten aber ein Theil des Zinkes abgeschieden werden, so kann dies nur dadurch geschehen, daß die Blende enthaltenden Erze in offenen Haufen, mit Kohle geschichtet, geröstet werden; oder dadurch, daß man nach der erfolgten Verflüchtigung des Schwefels im Zustande der schwefligten Säure, einen Zusatz von Kohlenstaub anwendet, wenn die Röstung in Flammenöfen bewerkstelligt wird.

Die kohlensauren Alkalien sowohl, als die kohlensaure Kalkerde, Bittererde, Schwererde u. s. f. bewirken in der Rothglühhitze eine Zerlegung des Schwefelzinks. Zu einer vollständigen Zerlegung des Schwefelzinks würde indeß ein sehr großes Verhältniß von kohlensauren Alkalien und Erden erforderlich seyn. Bei dieser wechselseitigen Einwirkung wird weder Schwefelsäure und noch weniger schwefligte Säure gebildet, sondern das Aufbrausen rührt bloß von der Entweichung der

Kohlensäure her. Es entsteht dabei Schwefelalkalimetall (oder Schwefelerdenmetall) und Zinkoxyd. Wird zugleich ein Zusatz von Kohle angewendet, so reducirt sich das entstandene Zinkoxyd, und verflüchtigt sich im metallischen Zustande, in sofern die metallischen Dämpfe nicht wieder mit der Luft in Berührung kommen, und sich in Zinkoxyd umändern.

Das Zink verbindet sich zwar mit den mehrsten Metallen, indeß hat man nur von wenigen Legirungen Anwendung gemacht. Die Bereitung des Messings im Großen geschieht gewöhnlich auf besonderen Hüttenwerken, weshalb die Messingbereitung auch als ein Gegenstand für die Metallurgie betrachtet zu werden pflegt, obgleich die Darstellung der verschiedenen Metalllegirungen in das Gebiet der Technologie zu verweisen ist. — Dagegen würde es wichtig seyn, das Verhalten des Zinkes näher zu kennen, welches geringe Beimischungen von anderen Metallen enthält. Die Metalle welche das Zink gewöhnlich zu verunreinigen pflegen, sind Kadmium Eisen und Blei. Der Kadmiumgehalt des unreinen Zinkes kann bis zu 6 Prozent, und wahrscheinlich noch höher steigen, ohne daß die Ausdehnbarkeit des Zinkes dadurch vermindert würde. Ein Bleigehalt von ½ Prozent erhöhet die Geschmeidigkeit des Zinkes, weshalb man dem zur Blechbereitung bestimmten Zink auch wohl absichtlich eine Beimischung von ½ Prozent Blei zu geben pflegt. Eine Verunreinigung mit Blei ist dagegen für dasjenige Zink, welches zur Messingbereitung angewendet werden soll, sehr nachtheilig, weil die Festigkeit des Messings schon durch einen Bleigehalt von ¼ Prozent bedeutend vermindert wird. Die Verunreinigung mit Eisen wird gewöhnlich dadurch bewirkt, daß zum Umschmelzen des Zinkes eiserne Kessel angewendet werden. Wenn der Eisengehalt nicht über ⅓ Prozent steigt, so verliert das Zink durch diese Verunreinigung wenig an seiner Geschmeidigkeit. Durch stärkere Beimengungen von Eisen wird es aber spröder und brüchiger. Die Zink-

bleche aus einem mit Eisen stark verunreinigten Zink, lassen sich daher auch weniger gut verarbeiten als die Zinkbleche aus Zink, welches nur Beimischungen von Blei und Kadmium enthält.

Es soll eine Verbindung von Zink mit wenig Kohle vorhanden seyn, und alles im Handel vorkommende Zink soll diese Verbindung enthalten. Wenn es wirklich eine solche Verbindung giebt, so wird die Natur und Beschaffenheit derselben noch erst näher erforscht werden müssen. Beim Auflösen des Zinkes in Säuren kann das Kohlenzink, aus einleuchtenden Gründen, nicht zum Vorschein kommen. Bei den metallurgischen Arbeiten im Großen hat man bis jetzt das Vorhandenseyn einer solchen Verbindung des Zinkes mit Kohle zu bemerken, noch nicht Gelegenheit gehabt.

Schwefelzink und Zinkoxyd werden sich in starker Glühhitze wahrscheinlich wechselseitig zersetzen, und es wird, bei einem richtigen Verhältniß von beiden, unter Entwickelung von schwefligtsaurem Gas, reguliniſches Zink entstehen müssen. Es versteht sich, daß die Kohle, bei dieser Einwirkung der beiden Körper auf einander, ganz ausgeschlossen bleiben muß. So wahrscheinlich der eben angedeutete Erfolg ist, so kann er doch ohne Versuch nicht als richtig angenommen werden, indem es wohl möglich wäre, daß sich Blende und Zinkoxyd zu einer homogenen Verbindung vereinigen. Bei einem solchen Erfolge würde man dann nicht darauf rechnen können, reguliniſches Zink durch die Destillation der gerösteten und der ungerösteten Blende, bei gehörigen Verhältnissen von beiden, zu gewinnen.

Von den Zinkerzen und von deren Behandlung vor der Destillation.

In den bis jetzt bekannt gewordenen Erzen, kommt das Zink entweder in Verbindung mit Sauerstoff oder mit Schwe-

fel vor. Man nannte alle Zinkerze welche das Metall im oxydirten Zustande enthalten, Galmei, und hat erst in späteren Zeiten erkannt, daß der sogenannte Galmei das Zinkoxyd in einem sehr verschiedenartigen Verbindungszustande mit anderen Körpern enthalte. Das Zinkoxyd ist in seinen Erzen nämlich entweder mit anderen Metalloxyden vereinigt, oder es ist mit Kieselerde, oder mit Kohlensäure verbunden. Unter diesen Verbindungen ist diejenige mit Kohlensäure die gewöhnlichste, weshalb auch diesem Zinkerz der alte Name Galmei verbleiben muß. — Außer den eigentlichen Zinkerzen hat man noch einige Fossilien kennen gelernt, welche in ihrer Mischung Zinkoxyd enthalten; allein theils kommen dieselben nur sehr selten vor, theils können sie im metallurgischen Sinne nicht als Zinkerze betrachtet werden. Dahin gehören der Gahnit (eine Verbindung von Thonerde mit Zinkoxyd, in welcher sich etwa 25 Prozent Zinkoxyd befinden), der Franklinit (eine Verbindung von Eisen- und Manganoxyd mit Zinkoxyd, welche etwa 17 Prozent Zinkoxyd enthält) und die in der neuesten Zeit aufgefundene Verbindung des Selenzinks mit Selenquecksilber.

1) Der Galmei. Ganz rein, oder als Zinkspath, kommt der Galmei nicht häufig vor, sondern gewöhnlich als ein Gemenge mit anderen kohlensauren Verbindungen, mit Thon und mit Eisenocker. Der reine Galmei hat immer eine und dieselbe Zusammensetzung, nämlich die des kohlensauren Zinkoxyds, aber das Verhältniß des letzteren zu den mechanischen Beimengungen ist oft sehr abweichend. Welche von diesen fremdartigen Bestandtheilen man als chemische Beimischungen, und welche man als mechanische Beimengungen zu betrachten hat, ist oft sehr zweifelhaft, indem das gleichartige Ansehen des nicht krystallinischen Erzes darüber keinen Aufschluß giebt. Eine wirkliche chemische Verbindung des kohlensauren Zinkoxyds mit dem kohlensauren Manganoxydul ist bekannt, aber die mit dem kohlensauren Eisenoxydul noch sehr zweifelhaft, wenigstens

bis jetzt noch nicht im krystallisirten Zustande angetroffen worden. Der nicht krystallisirte Galmei, welcher außer dem kohlensauren Zinkoxyd noch andere kohlensaure Verbindungen enthält, hat häufig ein so gleichartiges Ansehen, daß die Vermutung einer bloß mechanischen Beimengung der letzteren sehr ferne liegen würde, wenn das Fossil nicht zugleich Eisenoxyd und Kieselthon enthielte. Für den Metallurgen haben diese Betrachtungen indeß nur ein untergeordnetes Interesse, weil sich das Verhalten des Erzes in der Reductionshitze nicht ändert, das kohlensaure Zinkoxyd mag mit den übrigen Bestandtheilen chemisch verbunden, oder nur mechanisch gemengt seyn. Die Resultate der chemischen Analyse von folgenden Galmeiarten, werden über die Zusammensetzung des Erzes näheren Aufschluß geben.

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l
Kohlensäure . .	27,41	25,10	29,76	30,71	35,35	35,12	34,35	35,61	36	45,39	46,60
Zinkoxyd . . .	44,50	37,30	53,25	56,33	64,53	64,36	63,76	57,76	28	9,00	5,00
Eisenoxydul . .	3,27	—	3,45	1,85	—	—	—	—	5	0,90	0,90
Manganoxydul .	1,66	—	0,66	0,50	—	—	—	6,62	—	—	—
Eisenoxyd . . .	15,25	36,31	—	—	—	—	1,03	—	—	—	—
Kalkerde . . .	—	—	0,03	0,10	—	—	—	—	12	25,80	27,52
Bittererde . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	3	19,60	20,91
Kadmiumoxyd . .	Spur	Spur	0,09	0,25	—	—	—	—	—	—	—
Kieselthon . . .	4,24	1,23	11,25	9,36	—	—	—	—	16	0,25	—
Wasser	3,64	—	1,30	0,57	—	—	0,80	—	—	—	—
Bleioxyd . . .	—	—	—	—	—	0,50	—	—	—	—	—
	99,97	99,94	99,79	99,67	99,88	99,98	99,94	99,99	100	100,90	100,93

a. Gelblichrother Galmei von Scharlei in Oberschlesien. Nicht krystallisirt. Die Analyse ist von mir, so wie auch alle die folgenden Analysen b bis h.

b. Rother Galmei von Miechowitz bei Beuthen in Oberschlesien. Nicht krystallisirt.

c. Weißer Galmei von der Gustavgrube bei Tarnowitz in Oberschlesien. Nicht krystallisirt.

d. Weißer Galmei von Scharlei bei Tarnowitz in Oberschlesien. Ebenfalls nicht krystallisirt.

e. Krystallisirter Zinkspath vom alten Berge bei Achen.

f. Krystallisirter Galmei von Brilon im ehemaligen Herzogthum Westphalen.

g. Gelblicher Galmei, welcher die Unterlage des spåthigen (f) ausmacht, und in derben, nicht krystallisirten Massen vorkommt. Das Eisenoxyd enthålt noch etwas Mangan.

h. Blåulicher Zinkspath von Nertschinsk.

i. Gelblicher Galmei von Sauxais, im Arrondissement von Poitiers. Analyse von Herrn Berthier.

k. und l. Galmeiartige Fossilien aus der Gegend von Philippeville im Namurschen. Analyse von Hrn. Bouesnel.

Der Galmei scheint nur im Kalkgebirge angetroffen zu werden, und mit dem Vorkommen desselben ist auch jedesmal die Umånderung des Kalksteins in Dolomit verbunden. Er findet sich in den Kalkgebirgen von allen Formationen, vom Uebergangskalk bis zur Jurabildung. Gewöhnlich kommt er gemeinschaftlich mit Bleierzen und Eisenerzen (Spath- und Brauneisenstein) vor. Niemals ist er mit Kalkstein geschichtet, sondern die Art seines Vorkommens deutet jederzeit auf gangartige Bildungen.

2) Zinkblüthe. Ein nicht sehr håufig vorkommendes Zinkerz, welches aus basischem kohlensaurem Zinkoxyd und Wasser besteht. Es wird immer gemeinschaftlich mit dem Galmei angetroffen, und ist als das reichste Zinkerz zu betrachten. Bis

jetzt hat man es fast nur in Kärnthen, in Gemenge mit Galmei, gefunden. Ich habe Zinkblüthe von Raibel und von Bleiberg in Kärnthen untersucht, und in der ersteren 72,84 Zinkoxyd, 14,74 Kohlensäure und 12,30 Wasser, in der letzteren 72,75 Zinkoxyd, 14,79 Kohlensäure und 12,25 Wasser gefunden. In den Galmei-Ablagerungen von Oberschlesien, Achen und Westphalen, ist die Zinkblüthe bis jetzt noch nicht vorgekommen. Herr Smithson (Philos. Trans. 1803. I. 12) hat in der Zinkblüthe von Bleiberg 71,4 Zinkoxyd, 13,5 Kohlensäure und 15,1 Wasser angegeben.

3) Kieselzinkerz (Kieselgalmei, auch Zinkglaserz). Auch dies Zinkerz kommt immer gemeinschaftlich mit dem Galmei vor, jedoch seltener als der Galmei, von welchem es erst in der späteren Zeit unterschieden worden ist. Wie der Galmei kommt das Zinkerz oft in Gemengen mit Eisenoxyd und Kieselthon, zuweilen aber auch im ganz reinen krystallisirten Zustande vor. Die Krystalle von Galmei und von Kieselzinkerz bilden zuweilen über einander liegende Schichten, die ein ganz gleichartiges Ansehen zu haben scheinen, wenn die Masse nur spâthig und nicht vollständig krystallisirt ist. — Das von mir untersuchte Kieselzinkerz hatte folgende Zusammensetzung. a. Kieselzinkerz als krystalliniſcher Ueberzug auf derbem Zinkerz; von Danieletz bei Tarnowitz in Oberschlesien, 66,20 Zinkoxyd, 25,93 Kieselerde und 7,72 Wasser. b. Das gelblich gefärbte derbe Zinkerz, welches dem Erz a zur Unterlage diente. 65,25 Zinkoxyd, 25,85 Kieselerde, 7,60 Wasser und 1,15 manganhaltiges Eisenoxyd. c. Gelblich gefärbtes Zinkerz vom alten Berge bei Achen. 66,32 Zinkoxyd, 24,33 Kieselerde, 7,55 Wasser und 1,65 manganhaltiges Eisenoxyd. d. Kieselzinkerz von Limburg. Analyse von Herrn Berzelius. 66,84 Zinkoxyd, 24,90 Kieselerde, 7,46 Wasser, 0,45 Kohlensäure und 0,28 Bleioxyd. (Die Kohlensäure und das Bleioxyd sind beigemengt). e. Kieselzinkerz von Rezbanya. Analyse von Herrn Smithson (a.

a. D.) 68,3 Zinkoxyd, 25,0 Kieselerde, 4,4 Wasser. (Der Verlust von 2,3 war ohne Zweifel ebenfalls Krystallwasser). f. Kieselzinkerz von Limburg, Analyse von Herrn Berthier (Journ. des mines XXVIII. 341) 66 Zinkoxyd, 25 Kieselerde und 9 Wasser. g. Kieselzinkerz aus dem Breisgau. Analyse von Herrn Berthier. 64,5 Zinkoxyd, 25,5 Kieselerde und 10,0 Wasser.

Eine eigenthümliche Art von Kieselzinkerz ohne Wasser ist bei Franklin in der Grafschaft Sussex in New-Jersey gefunden worden. Dies Erz hat eine grünlichgelbe oder eine röthliche Farbe, ein specifisches Gewicht von 3,89 bis 4, und kommt in regelmäßigen 6seitigen Säulen krystallisirt vor, und zwar in Begleitung von Kalkspath, Glimmer, Granat und Augit. Nach der Angabe der Herren Vanuxem und Keating (Ann. des mines X. 307) besteht es aus 71,33 Zinkoxyd, 25,00 Kieselerde, 2,66 Manganoxyd und 0,67 Eisenoxyd.

4) Rothzinkerz. Dies seltene Zinkerz ist bis jetzt nur bei New-Jersey in Nordamerika angetroffen worden, und wird dort, wegen seines großen Gehaltes an Zinkoxyd, vorzugsweise zur Messingfabrikation angewendet. Es besteht nach Bruce (American. mineral. Journ. I. 96) aus 92 Zinkoxyd, und aus 8 Mangan- und Eisenoxyd. Nach einer genaueren Analyse von Berthier aber (Ann. des mines IV. 488) aus 88 Zinkoxyd und 12 Manganoxyd.

5) Blende. Dies Zinkerz kommt immer auf Gängen in Ur- und vorzüglich in Uebergangsgebirgen, seltener in Flötzgebirgen vor, und ist häufig ein sehr unangenehmer Begleiter der Gold-, Silber-, Kupfer- und Bleierze, weil sich die Blende durch die mechanische Aufbereitung nur sehr unvollständig entfernen läßt. Als Zinkerz ist sie erst in neueren Zeiten angewendet worden. Ganz reine Blende sollte aus 66,72 Zink und 33,28 Schwefel bestehen, und würde daher ein viel reicheres Zinkerz seyn als der Galmei und das Kieselzinkerz; al-

lein häufig ist die Blende nicht reines Schwefelzink, sondern eine Verbindung des letzteren mit mehr oder weniger Schwefeleisen. Dennoch wird die Blende immer als ein sehr reiches Zinkerz betrachtet werden müssen, vorausgesetzt daß sie durch die mechanische Aufbereitung von der Gebirgsart möglichst befreit worden ist. Wenn die geröstete Blende statt des Galmei zur Messingbereitung angewendet werden soll, so ist es durchaus nothwendig, sie so vollständig abzurösten, daß keine Schwefelsäure zurück bleibt, welche sich bei der Messingbereitung wieder zu Schwefel reduciren, und das Messing verunreinigen könnte, obgleich das gebildete Schwefelmetall größtentheils mit in die Schlacke geführt wird. — Die hier folgenden Analysen von verschiedenen Blenden werden die Zusammensetzung derselben näher darlegen. a. Blende von Lautenthal am Harz. Analyse von Herrn Du Menil (Schweigger's Journal XXIV. 67) 68,48 Zink, 8,08 Eisen, 23,16 Schwefel. (Diese Zusammensetzung ist höchst unwahrscheinlich). b. Blende von Pontpean. Analyse von Herrn Berthier (Ann. des mines III. 473) 60 Zink; 35,7 Schwefel; 4 Eisen. c. Von Chéronie. Analyse von Herrn Lecanu (Journ. de Pharmacie IX. 457) 51 Zink; 7,9 Eisen; 0,9 Kupfer; 33,5 Schwefel; 4,6 Kieselerde; 1 Wasser und Spuren von Kadmium; oder, mit Weglassung der Beimengungen: 55,2 Zink; 8,6 Eisen und 36,2 Schwefel. d. Von Brilon. Analyse von Herrn Brandes (Trommsdorff Neues Journal der Pharmacie VIII. 103) Zink 58,150; Eisen 7,628; Kadmium 0,932; und Schwefel 33,838. e. Von Luchon (Pyrenäen) Analyse von Herrn Berthier (Ann. des mines IX. 419) 63,0 Zink; 3,4 Eisen und 33,6 Schwefel. f. Blende aus England. Analyse von Herrn Berthier. 61,5 Zink; 4,0 Eisen; 33,0 Schwefel und 1,5 Gangart. g. Von Cogolin (Depart. du Var) Analyse von Herrn Berthier; 50,2 Zink; 10,8 Eisen; 30,2 Schwefel und 6,8 Bergart. h. Von Argentière (Depart. de l'Ardèche). Analyse

von Herrn **Berthier**. 42,3 Zink; 7,3 Eisen; 3,0 Blei; 25,9 Schwefel und 21,4 Gangart. i. Von Marmato in der Provinz Popayan. Analyse von Herrn **Boussingault** (Poggendorff Annalen der Physik und Chemie XVII. 401). 51,2 Zink; 14,6 Eisen und 34,2 Schwefel. Ob das Verhältniß des Eisens zum Zink jedesmal ein bestimmtes, oder ein von den chemischen Mischungsgewichten beider Metalle ganz unabhängiges ist, muß künftigen Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Außer diesen eigentlichen Zinkerzen ist noch des **Ofenbruchs** zu erwähnen, welcher beim Verschmelzen der Blei- und Kupfererze, vorzüglich aber der Eisenerze, auf der Gicht der Schmelzöfen gewonnen wird, wo sich die aus dem Ofenschacht entweichenden Zinkdämpfe verdichten, weshalb die angesetzten Massen von Zeit zu Zeit abgestoßen werden müssen. Dieser Ofenbruch ist als ein sehr reiches Zinkerz zu betrachten, indem er zuweilen über 90 Prozent oxydirtes Zink enthält. Zur Messingbereitung ist er schon in uralten Zeiten angewendet worden. In dem Ofenbruch ist das Zinkoxyd mit Eisenoxyd, Bleioxyd, Sand, Kohlenstaub, zuweilen auch mit regulinischen Bleikügelchen gemengt. Dies Gemenge bildet nicht selten eine geschmolzene Masse von ganz gleichartigem Ansehen. In Gegenden wo die Eisenerze starke Beimengungen von Galmei enthalten, wird eine nicht unbedeutende Menge von Ofenbruch gewonnen. In Schlesien fand die Zinkerzeugung anfänglich ganz allein aus Ofenbrüchen von den Eisenhohöfen statt, und erst nachdem diese verarbeitet waren, schritt man zur Anwendung des ärmeren Galmei, den man auch jetzt noch gerne durch den theureren, aber sehr viel reicheren Ofenbruch ersetzt, wenn man denselben erhalten kann. Auf einigen Messinghütten bedient man sich ebenfalls des Ofenbruchs, indeß ist er, wegen seines Bleigehaltes, gerade nicht für ein vorzügliches Material bei der Messingbereitung anzusehen. Der Oxydationszustand in welchem sich das Zink in dem Ofenbruch

von den Eisenhohöfen befindet, scheint sehr verschieden zu seyn. Größtentheils ist es wohl als Oxydul und nicht als Oxyd in diesen Ofenbrüchen vorhanden.

Die Aufbereitungsarbeiten bei dem Galmei, und bei dem fast immer in Gemeinschaft mit dem Galmei vorkommenden Kieselzinkerz, bestehen vorzugsweise darin, daß man die geförderten Erze einige Zeit an der Luft liegen läßt, um die Gebirgsart durch Verwittern leichter absondern zu können. Gewöhnlich fällt das taube Gestein beim Umlegen der Erze, welche eine hinreichend lange Zeit an der Luft gelegen haben, vonselbst ab, und es bleiben die reinen Galmeistücken zurück, welche einer weiteren mechanischen Aufbereitung gar nicht mehr fähig sind. Nur dann wenn der Galmei sehr fest mit dem Dolomit verwachsen ist, wird es nöthig, bei dem Umlegen mit dem Scheidefäustel zu Hülfe zu kommen. — Bei der Blende bestehen die Aufbereitungsarbeiten zwar auch nur in der Handscheidung, indeß würde es zur Verminderung der Destillationskosten gereichen, wenn die Blende, im Fall sie nicht derbe, sondern eingesprengt vorkommt, durch Pochen und Waschen zu reinen Schlichen gezogen würde. Bis jetzt ist indeß von der Blende nur sehr wenig Gebrauch zur Zinkbereitung und zur Messingfabrikation gemacht worden.

Aus den Eigenschaften des Zinkes ist es einleuchtend, daß die Gewinnung dieses Metalles nicht in Schachtöfen, oder auf den Heerden der Flammenöfen, sondern in Gefäßöfen statt finden muß, und aus den Bestandtheilen der Zinkerze geht zugleich hervor, welcher Vorbereitung sie vor der Destillation zu unterwerfen sind. Nur das Rothzinkerz würde gar keiner Vorbereitung bedürfen; leider wird aber dies reiche Erz in Europa nicht angetroffen. Bei dem Galmei bestehen die Vorbereitungsarbeiten bloß im Brennen oder Calciniren, um die Kohlensäure zu verflüchtigen. Durch die Gegenwart derselben würde der Destillationsprozeß zwar nicht verhindert werden,

vielmehr würden die Verflüchtigung der Kohlensäure und die Reduction des zurück bleibenden Zinkoxyds sehr füglich mit einander verbunden werden können; allein man zieht es mit Recht vor, den Galmei vor dem Destilliren zu brennen, damit sich bei der Reduction weniger elastische Flüssigkeiten entbinden, durch deren heftige Entwickelung nicht allein Wärme absorbirt, sondern auch die Beschickung in den Destillationsgefäßen theilweise mechanisch fortgerissen werden würde. Die Zinkdestillation aus Galmei ist ein ganz einfacher Reductionsprozeß, welcher indeß einen bedeutend hohen Grad der Temperatur erfordert. Um das Zinkoxyd ganz vollständig zu reduciren, darf der Hitzgrad nicht geringer seyn als derjenige ist, bei welchem das Roheisen in Fluß kommt. Ein pulverartiger Zustand des gerösteten oder des gebrannten Erzes, ist mehr nachtheilig als vortheilhaft. Nur in solchen Oefen, in welchen keine hinreichend starke Hitze entwickelt werden kann, ist man genöthigt das gebrannte Erz im gepulverten Zustande anzuwenden; allein eine vollkommene Reduction ist dann auch nicht zu erwarten. Der pulverartige Zustand bewirkt wahrscheinlich ein zu dichtes und zu festes Uebereinanderliegen der Schichten, wodurch die Fortleitung der Wärme erschwert wird. Aus diesem Grunde leistet auch der feine Kohlenstaub weniger gute Dienste, als gröbere Kohlenstücken, und die leicht zerdrückbare Holzkohle steht aus demselben Grunde den zerkleinerten Koaks, welche in der Größe von einer Erbse bis zur Haselnuß angewendet werden, in der Wirkung nach. Bei der Reduction des Galmei sollte in den Destillationsgefäßen kein schlackenartiger Rückstand bleiben, wenn derselbe aus reinem Zinkoxyd bestände; allein die mechanischen Beimengungen des Galmei geben zur Entstehung von Schlacken Anlaß, welche bei einigen Galmeiarten so strengflüssig sind, daß sie eine Menge von schon reducirten Zinkkörnern zurück halten. So verhält sich der rothe Galmei in Oberschlesien. Der weiße Galmei hinterläßt

hingegen eine leichtflüssige Schlacke, welche das wirklich schon reducirte Zink nicht zurück hält. Die Reduction erfolgt in beiden Fällen gleich vollständig, aber die Zähigkeit der Schlacke von dem rothen Galmei ist so groß, daß sie die Verflüchtigung des schon reducirten Zinkes verhindert. Es ist nur ein geringer Theil des Zinkoxyds, der gar nicht zur Reduction gelangt, sondern mit in die Schlacke geführt wird.

Auch bei dem Kieselzinkerz bestehen die Vorbereitungsarbeilen nur in dem Brennen des Erzes. Eine vollständige Reduction dieses Erzes ist, in der Temperatur in welcher Roheisen schmelzt, nicht zu bewerkstelligen. Man kennt den Grad der Temperatur nicht, bei welchem eine vollkommene Reduction erfolgen würde. Ohne Zweifel ist die dazu erforderliche Hitze in den Zinkdestillationsöfen nicht hervor zu bringen. Das Kieselzinkerz kommt indeß niemals für sich allein, sondern immer in Gemeinschaft mit Galmei, und verunreinigt mit Bergart vor, so daß diese Beimengungen als Zuschläge anzusehen sind, welche die Reduction befördern. Zuschläge von Kalk, welche der Schlacke eine größere Flüssigkeit ertheilen, und die Reduction erleichtern würden, müssen möglichst vermieden werden, um die Destillationsgefäße nicht anzugreifen. Das Kieselzinkerz erfordert daher bei der Zinkdestillation eine bedeutend stärkere Hitze als der Galmei, und dennoch wird immer ein ansehnlicher Theil des Zinkoxyds gar nicht zur Reduction gelangen, sondern verschlackt werden. Am wenigsten anwendbar ist dies Zinkerz bei der Messingbereitung, weil in der Temperatur wie sie in den Messingschmelzöfen statt findet, nur ein geringer Theil des Zinkoxyds reducirt wird.

Das Rösten oder das Brennen des Galmei und des Kieseleisensteins kann zwar in offenen Haufen geschehen, indeß ist dabei die unmittelbare Berührung des Brennmaterials mit dem Zinkoxyd erforderlich, wodurch zum Theil eine Reduction des Oxyds und ein Verlust durch Verflüchtigung der sich ent-

wickelnden Zinkdämpfe herbeigeführt wird. Aus demselben Grunde können zum Calciniren des Galmei auch nicht diejenigen Röstöfen angewendet werden, bei welchen das Erz mit dem Brennmaterial geschichtet wird, sondern man muß sich entweder der Schachtöfen mit Flammenfeuerung (Abtheilung 8.), oder der gewöhnlichen Flammenöfen bedienen. In dem Flammen-Röstofen den die Zeichnungen Fig. 545—548. darstellen, wird jedesmal ein Quantum von 30 Centnern Galmei in einer Zeit von 6 Stunden geröstet, so daß in diesem Ofen in 24 Stunden 120 Centner Galmei gebrannt werden können. — Noch zweckmäßiger ist es indeß, die Hitze welche in den Zinkdestillationsöfen schon benutzt worden ist, zum Brennen des Galmei anzuwenden. Diese Einrichtung hat man in der neueren Zeit bei den genannten Oefen auch wirklich getroffen.

Die Blende erfordert eine wirkliche Röstarbeit, indem sie nur in dem Verhältniß, in welchem der Schwefel verflüchtigt worden ist, auf Zink benutzt werden kann. Das Rösten in offenen Haufen würde unzweckmäßig seyn, weil der Schwefel dadurch nicht vollständig entfernt, und weil ein Theil des schon entstandenen Zinkoxyds, durch die Berührung mit Kohle, zu Zink reducirt und verflüchtigt werden würde. Die Röstarbeit kann daher nur auf dem Heerde eines Flammenofens bewerkstelligt werden, und zwar muß die Blende dabei in einen pulverartigen Zustand (in den des Schlich) versetzt worden seyn. Die Blende gestattet also nicht den Vortheil, sie, wie den Galmei, als ein mehr locker liegendes Haufwerk bei der Destillation in den Destillationsgefäßen anwenden zu können. Beim Rösten der Blende sind diejenigen Rücksichten zu nehmen, welche in der Abtheilung 8. schon entwickelt worden sind. Auch die Röstöfen für die Blende lassen sich mit den Zinkdestillationsöfen, obgleich mit einem weniger günstigen Erfolge, verbinden.

Wenn der Kalk eine vollständige Zersetzung der Blende

bewirkte, so würde die Röstarbeit ganz erspart werden können. Diese Zersetzung erfolgt aber immer nur theilweise, und es ist daher nicht anzurathen, die Blende ungeröstet, beschickt mit Kalk und Kohlenstaub zur Zinkdestillation anzuwenden. Das Rösten der Blende auf dem Heerde des Flammenofens ist indeß ein Prozeß, der viel Zeit und Brennmaterial erfordert, indem, besonders in den letzten Stadien des Prozesses, eine starke Hitze nothwendig ist, um nicht zu große Antheile von Schwefel oder Schwefelsäure bei dem Erz zurück zu lassen. Das geringe Ausbringen des Zinkes aus der Blende hat daher immer seinen Grund in dem unvollständigen Abrösten der Schliche, wodurch die Rückstände zu reich an Schwefelzink bleiben, welcher größtentheils mit verschlackt wird. Man hat zu Davos in Graubündten (Ann. des mines IV. [deuxième série] p. 105) mit sehr günstigem Erfolge versucht, die Röstarbeit dadurch abzukürzen, daß man die Blende zuerst mit Kalk brennt, und die gebrannten Schliche alsdann auf dem Heerde des Flammenofens abröstet. Dies Verfahren trägt gewiß sehr viel dazu bei, der Blende einen größeren Theil Schwefel zu entziehen, als es bei der früheren Röstarbeit dort der Fall gewesen seyn mag; allein die vollständige Entschwefelung wird wieder dadurch erschwert, daß die gebrannten Schliche, durch die starke Beimengung von Kalk, bei der zweiten oder bei der eigentlichen Röstarbeit, zu sehr der Einwirkung der atmosphärischen Luft entzogen werden. Zum Brennen der Schliche mit Kalk bedient man sich eines Ofens, welcher auch zum Brennen oder zum Calciniren des Galmei anwendbar ist. Die Blendeschliche werden mit dem vierten Theil (dem Volum nach) gelöschtem Kalk gemengt (eingebunden) und zu Ziegeln geformt, welche in einem Ofen bei Flammenfeuer gebrannt werden. Die gebrannte Masse wird alsdann zerkleinert, und auf dem Heerde eines gewöhnlichen Flammenofens vollständig abgeröstet. Ein Zusatz von Holzkohlenstaub den man bei dieser zweiten, oder

bei der eigentlichen Röstarbeit, mit anwendet, ist mehr nachtheilig als vortheilhaft, aus Gründen die schon oben entwickelt worden sind. Durch das Brennen mit Kalk wird dem Schwefelzink, in kürzerer Zeit und mit einem geringeren Aufwand von Brennmaterial, schon eine größere Menge von Schwefel als bei der gewöhnlichen Röstarbeit entzogen. Eine vollständige Entschwefelung ist dadurch indeß nicht zu bewirken; allein die nun folgende Röstarbeit wird durch das vorhergegangene Brennen doch ungemein abgekürzt, weshalb dies Röstverfahren sehr empfehlenswerth ist, vorausgesetzt daß die Röstarbeit bei dem zweiten Theil des Prozesses zweckmäßig geleitet wird.

Den Ofen zum Brennen der mit Kalk eingebundenen Blendeschliche stellen die Zeichnungen Fig. 725. im senkrechten, und Fig. 726. im horizontalen Durchschnitt, nach den auf einander sich beziehenden Linien AB und CD dar. Eines ähnlichen Ofens, mit ganz unwesentlichen Abänderungen, bedient man sich auch z. B. zu Lüttich, zum Calciniren des Galmei. An anderen Orten läßt man die Züge, welche die Flamme aus dem Feuerungsraum in den Ofen leiten, nicht auf der Sohle des Ofens, sondern in den Seiten- oder Umgebungsmauern einmünden, welche Einrichtung den Vortheil gewährt, daß das gebrannte Erz ununterbrochen unten ausgezogen, und oben durch frisches Erz ersetzt werden kann. Zu Davos wird Holz als Feuerungsmaterial angewendet. Auf den Zeichnungen bedeuten a, a zwei Feuerungsstätten (Schurgassen), welche in der Gestalt von zwei neben einander liegenden Gewölben durch die ganze Länge des Ofens, unter dessen Sohle hindurchgeführt sind. b, b sind die Aschenfälle unter dem Rost, welche zugleich zur Regulirung des Luftzuges dienen. c sind die Flammenöffnungen, oder die Füchse, welche die Flamme aus den Schurgassen in den Ofen leiten. Von diesen Oeffnungen befinden sich sechs auf jeder Seite einer jeden Schürgasse, so daß die Flamme durch 24 Oeffnungen in den Ofen

geführt wird. p sind Oeffnungen zum Eintragen und Ausnehmen der zu brennenden Erze. Es versteht sich, daß sie während der Calcinirarbeit durch eine verlorene Mauer geschlossen sind. k ist eine kurze Esse aus welcher Rauch und Flamme abziehen. Die innere Mauerung des Ofens besteht aus feuerfesten Ziegeln; zu der äußeren Mauerung können gewöhnliche gute Mauerziegel angewendet werden. — Beim Besetzen des Ofens, nämlich beim Eintragen der aus dem Gemenge von Schlich und Kalk geformten Ziegel, hat man dahin zu sehen, daß die Fuchsöffnungen o nicht versetzt werden, und daß die Ziegel überall den Durchzug des Rauchs und der Flamme gestatten. Nach einer 10 bis 12 stündigen Feuerung sind die Ziegel, — welche etwa 8 Fuß hoch, von der Sohle an gerechnet, eingetragen werden, — so vollständig durchgebrannt, daß man mit dem Feuern aufhören kann. Bei geschlossenen Thüren bleibt die Masse dann noch 36 Stunden lang im Glühen, worauf man die Thüren öffnet, den Ofen erkalten läßt, und die Erze auszieht.

Eine zuverläßige Zinkprobe für den Metallgehalt der Zinkerze auf trocknem Wege, ist nicht vorhanden. Sie kann nur durch Destillation geschehen, wobei es sich von selbst versteht, daß die geschwefelten Erze vorher abgeröstet seyn müssen, ehe sie mit Kohlenstaub gemengt werden. Die Vorlage darf nicht zu fest schließen, muß aber kühl erhalten, und durch ein kurzes, stark erhitztes Rohr, mit der Retorte verbunden werden. Die Probe ist indeß höchst unzuverläßig, weil sich dabei ein bedeutender Metallverlust nicht vermeiden läßt. Einfacher, leichter, und wenigstens nicht unzuverläßiger, als das Probiren der Zinkerze durch Destillation, ist die Ausmittelung des Zinkgehaltes der Erze durch die Messingprobe. Man vermengt 200 Probirpfunde Kupferfeile mit 50 Probirpfunden zerpulvertem calcinirtem Galmei (dessen Gewichtsverlust durch Calciniren durch einen einfachen Versuch leicht gefunden werden

kann), und mit zweimal so viel Kohlenstaub, dem Volum nach, als das Gemenge von Kupferfeile und Galmei beträgt. Dies Gemenge wird in einer Probirtute bei langsam gesteigerter Hitze geschmolzen, und der Zinkgehalt dann durch die Gewichtszunahme des Kupfers bestimmt. Mit ziemlicher, und für den metallurgischen Zweck vollkommen ausreichender Zuverläßigkeit, kann man den Zinkgehalt der Erze auf nassem Wege auf die Weise ausmitteln, daß man das fein gepulverte Erz in Königswasser auflößt, den unauflöslichen Rückstand durch Filtriren trennt, die Flüssigkeit mit Aetzammoniack stark übersättigt, und einige Zeit leicht bedeckt stehen läßt, damit das mit aufgelößte Manganoxydul sich stärker oxydirt und niederfällt. Ist die Flüssigkeit klar geblieben, oder wieder klar geworden, so wird sie filtrirt, zum Kochen gebracht, mit einem Ueberschuß von kohlensaurem Kali versetzt, und bis zur Trockniß abgedampft. Die trockne Masse wird mit heißem Wasser übergossen, und wieder zum Sieden gebracht, worauf das kohlensaure Zinkoxyd durch Filtriren abgesondert wird. Dies Oxyd wird auf dem Filter getrocknet, dann abgenommen und stark geglühet. 100 Theile desselben zeigen etwa 80 reguliniſches Zink an.

Von der Gewinnung des Zinkes aus den Erzen.

Wegen der Flüchtigkeit des Zinkes muß die Reduction des Zinkoxydes in verschlossenen Gefäßen mit Ableitungsröhren für die sich entwickelnden Zinkdämpfe vorgenommen werden. Die Destillirgefäße sind aus feuerfestem Thon angefertigt. Man wendet dazu entweder muffelartige Gefäße an, welche auf dem Heerde des Ofens stehen, und von der Flamme umspielt werden (Schlesische Methode); oder man bedient sich großer tiegelartiger Gefäße, durch deren Boden eine Thonröhre geführt ist, aus welcher die Zinkdämpfe abgeleitet werden (Eng-

lische Methode); oder man verrichtet die Destillation in horizontal liegenden, oder in senkrecht stehenden Thonröhren, welche durch die Flamme von unten, oder auch von der Seite erhitzt werden (die Lütticher Methode und die Kärnthner Methode). Die Anwendung der muffelartigen und der tiegelartigen Gefäße, und die Destillation aus horizontal liegenden Röhren, gewähren den Vortheil, daß die Destillation ununterbrochen fortgesetzt werden kann, wogegen bei der süddeutschen Verfahrungsart der Ofen jedesmal erkalten muß, wenn die Destillation beendigt ist, und wenn eine neue Beschickung eingetragen werden soll. Die horizontal neben und über einander liegenden Röhren lassen sich nicht stark genug, und niemals gleichmäßig stark erhitzen, so daß die Reduction des Oxyds nicht vollständig erfolgen kann. Die englische Methode steht gegen die anderen Verfahrungsarten vorzüglich noch deshalb im Nachtheil, weil die Beschickung zu dicht und zu hoch über einander liegt, so daß die Zinkdämpfe sehr stark erhitzt werden müssen, um den mechanischen Druck, welchen sie erleiden, überwinden zu können. Je größer die Oberfläche ist, über welche die Beschickung ausgebreitet werden kann, desto geringer ist der Widerstand den die Zinkdämpfe zu erleiden haben, und desto schneller und vollständiger wird die Reduction erfolgen. Dieser mechanische Druck, welcher durch die Elasticität der Zinkdämpfe überwältigt werden muß, ist ein sehr großes Hinderniß bei der Zinkdestillation. Die Zinkdämpfe dürfen daher nicht in eine durch Wasser gesperrte Vorlage gefühtt werden, obgleich dies ein Mittel seyn würde, das Verbrennen eines Theils der in die Vorlage tretenden und dort sich verdichtenden Zinkdämpfe zu verhindern. Man ist vielmehr genöthigt, ganz offene Vorlagen anzuwenden, weil die Zinkdämpfe bei den mit Wasser gesperrten Vorlagen noch den ganzen Druck der Atmosphäre zu überwinden haben würden. Dadurch wird die Spannung der Dämpfe in den Destillationsgefäßen aber

so erhöhet, daß die Reduction entweder ganz aufhört, oder, bei einer aufs äußerste gesteigerten Hitze, einen Brennmaterialienverbrauch herbeiführt, und einen Zeitverlust verursacht, die mit dem, durch den gehinderten Zutritt der atmosphärischen Luft zu bewirkenden geringeren Zinkverlust, ganz außer Verhältniß stehen. Die Erfahrung hat außerdem gezeigt, daß in den bisher angewendeten Zinkdestillationsöfen die Hitze gar nicht bis zu dem Grade gesteigert werden kann, welcher erforderlich seyn würde, um das Zinkoxyd in Gefäßen zu reduciren, deren Vorlagen mit Wasser gesperrt worden sind. Man ist daher genöthigt, einen Theil der reducirten Zinkdämpfe dem Verbrennen Preis zu geben.

A. Die Schlesische Methode. Als Brennmaterial bedient man sich der Steinkohlen. Zu Kloster in Graubündten, wohin die Schlesische Methode verpflanzt worden ist, wendet man Holz an, welches in besonderen Oefen vorher getrocknet worden ist. Bei der Holzfeuerung muß das Verhältniß des Rostraums zu der Fläche des Heerdes größer seyn, oder es müssen längere und breitere Schurgassen, außerdem aber auch tiefer liegende Roste angewendet werden, als bei der Steinkohlenfeuerung.

Eine Unvollkommenheit welche bei der Schlesischen Verfahrungsart sogleich auffallen muß, besteht darin, daß die Destillationsgefäße (Muffeln) nur von den Seiten und von oben, aber nicht von unten erhitzt werden, indem sie mit ihrem großen flachen Boden unmittelbar auf der Heerdsohle des Ofens stehen. Eine sehr einfache und wesentliche Verbesserung würde es zu seyn scheinen, wenn die Muffeln (etwa nach Art der Cementirkasten beim Cementiren des Stahls) dergestalt hohl gestellt werden, daß die Flamme aus der Schurgasse auch unter den Boden der Muffel fortzustreichen genöthigt wird. Die Erfahrung hat die Richtigkeit dieser Ansicht allerdings bestätigt; es hat sich aber auch zugleich gezeigt, daß der Heerd bei

den hohl stehenden Muffeln, in der Nähe der Schurgasse, ungemein viel früher schadhaft wird und wegschmelzt, als bei den nicht hohl stehenden Muffeln. Außerdem gewähren die Züge unter dem Muffelboden nur in der ersten Zeit des Betriebes der Oefen einigen Vortheil. Sehr bald erhält aber der Heerd des Ofens denselben Grad der Glühhitze, wie die Muffel selbst, und der Muffelboden wird dann eben so stark durch den glühenden Heerd, als durch die durchziehende Flamme erhitzt. Sehr wesentlich würde der Vortheil der hohl stehenden Muffeln nur dann seyn, wenn der Betrieb der Destillationsöfen (wie es bei den Cementiröfen wirklich der Fall ist), stets unterbrochen würde. Weil er aber 10—20 Wochen lang, oder überhaupt so lange als der Heerd aushält, ununterbrochen fortgesetzt wird; so ist der Nachtheil welcher daraus zu entspringen scheint, daß die große Bodenfläche der Muffeln nicht unmittelbar durch die Flamme erhitzt wird, nur unbedeutend.

Ein sehr wesentliches Erforderniß für den Betrieb der Zinköfen ist feuerfester Thon, welcher durch Abliegen und Schlämmen von allen Unreinigkeiten befreit seyn muß. Die Schurgasse und der Heerd des Ofens sowohl, als die Muffeln, erfordern ein höchst feuerbeständiges Material. Auch die Seitenwände des Ofens und die Haube (Kappe), oder das Ofengewölbe, müssen aus feuerfestem Material angefertigt seyn. Das Gewölbe macht man so flach als möglich, damit sich die Flamme nicht nach oben zerstreut. Die Oeffnungen durch welche die Stärke des Luft- und Flammenzuges regulirt wird, befinden sich zwar im Ofengewölbe; wenn aber die Flamme bloß aus diesen Oeffnungen abzuziehen genöthigt wäre, so würden die Muffeln nicht hinreichend erhitzt werden können, weshalb auch in den Seitenwänden des Ofens Zugkanäle in die Höhe geführt werden müssen. Zur Verstärkung des Zuges hat man die Zugkanäle auf den Umgebungsmauern des Ofens essenartig erhöhet, ohne dadurch indeß einen Vortheil erlangt

zu haben. Sehr wichtig ist das Verhältniß der Rostfläche zur Heerdfläche, theils um die Muffeln vollkommen erhitzen zu können, theils um einen überflüssigen Verbrauch des Brennmaterials zu verhindern. Anfänglich ward die Rostfläche oder die Schurgasse überwölbt, und es blieb nur eine Oeffnung im Rostgewölbe, aus welcher die Flamme in den Ofen gelangte. Es zeigte sich aber bald, daß die Ueberwölbung nachtheilig sey, weil der Flamme ein starker Zug gegeben werden mußte, welcher die allgemeine Verbreitung derselben im Ofenraum verhinderte. Die offenen Schurgassen leisteten dagegen eine ungleich größere Wirkung, und griffen den Heerd weniger an, als die überwölbten Schurgassen mit einer einzigen Ausströmöffnung für die Flamme. Das Verhältniß der Rostfläche zur Heerdfläche ist von der Beschaffenheit des Brennmaterials abhängig, und kann nur durch Erfahrung gefunden werden. Je kleiner die Rostfläche seyn kann, desto mehr wird an Brennmaterial erspart; man wird daher bei einem Brennmaterial dessen Effekt nicht bekannt ist, die Rostfläche nach und nach vorsichtig vermindern müssen, bis das Minimum erreicht ist, bei welchem die Destillationshitze in einer bestimmten Zeit noch hervorgebracht werden kann. Aber auch die höhere oder tiefere Lage des Rostes unter der Horizontalebene des Heerdes, ist von wesentlichem Einfluß. Zu tief liegende Roste erhitzen die Wände der Schurgasse unnöthig zu stark, und lassen den Ofen zu kalt; zu hoch liegende Roste erhitzen den Heerd zu wenig, indem sich die Flamme zu sehr nach oben verbreitet, wodurch das Ofengewölbe leidet, ohne den unteren Theil des Ofens, in welchem sich die Muffeln befinden, gehörig erhitzen zu können. Ein Brennmaterial welches wenig Flamme giebt (also Steinkohlen die zu den Sandkohlen gehören), erfordern im Allgemeinen höher liegende Roste, als Brennmaterialien welche eine starke Flamme entwickeln. Ganz nothwendig ist es ferner, für einen ununterbrochenen Zutritt von frischer Luft

unter der Rostfläche zu sorgen. Man führt die atmosphärische Luft daher durch geräumige Röschen herbei, welche man mit Querröschen versehen kann, über welchen die Zinköfen errichtet werden. Besser ist es indeß, jedem Zinkofen seinen besonderen Luftkanal, oder seine besondere Rösche zuzutheilen, weil dadurch der Erhitzung unter den Rosten, welche durch die hinabfallenden brennenden Kohlen und durch die glühende Asche bewirkt wird, vollständiger abgeholfen werden kann.

Die Anzahl der Destillationsgefäße oder der Muffeln mit welchen ein Ofen besetzt wird, ist sehr verschieden. Anfänglich wendete man 4 Muffeln an, vermehrte die Anzahl derselben aber später bis 6, 8, 10 und 12. Erfahrungen in Oberschlesien haben gezeigt, daß, bei der dort üblichen Größe der Muffeln, die Zahl von 10 Muffeln für die gleichmäßige Erhitzung derselben die größte ist, welche man zweckmäßig wählen kann, indem bei einer größeren Anzahl von Muffeln, folglich auch bei einer größeren Heerdfläche, eine unverhältnißmäßig größere Menge von Brennmaterial zur Erhitzung der Ofenräume ererforderlich ist. Dagegen theilt man zwei neben einander stehenden Oefen eine gemeinschaftliche Seitenmauer zu, und später hat man mit dem günstigsten Erfolge angefangen, in dieser Seitenmauer einen Raum einzurichten, in welchen die Flamme aus den beiden neben einander stehenden Oefen, statt sie unmittelbar in der Seitenmauer in die Höhe zu führen, geleitet wird, um sie zum Calciniren des Galmei, oder auch zum Anglühen der Muffeln zu benutzen. Weil beim Calciniren ein Luftzutritt ganz überflüssig ist, so wird den Zinköfen durch jene Einrichtung keine Hitze entzogen. Dagegen kann die in einen solchen Raum geleitete Flamme, zur eigentlichen Röstarbeit weniger zweckmäßig benutzt werden, weil man für den Zutritt von frischer Luft sorgen, und daher den Raum offen erhalten muß, wodurch der Zug vermindert, und die durch den Luftzutritt entstehende Abkühlung des Ofens durch einen größeren

Aufwand von Brennmaterial ersetzt werden muß. Zum Abrösten der Blende ist jene Einrichtung daher nicht so geeignet, und die Ersparung an Brennmaterial wenig bedeutend, wenn eine vollkommene Abröstung statt finden soll.

Wenn die Muffeln während des Ganges des Ofens so schadhaft geworden sind, daß sie nicht mehr ausgebessert werden können, so ist es nothwendig, sie auszuwechseln. Sie müssen dann ganz glühend in den Ofen gebracht werden, weil sie sonst sogleich zerspringen würden. Deshalb hat man bisher besondrre Oefen zum Anwärmen der Muffeln nöthig gehabt. Der Transport aus diesen Oefen zu den Destillationsöfen geschieht auf Brettern mit vorgehaltenen hölzernen Schirmen. Die Oefen zum Anglühen der Muffeln (Temperöfen) müssen daher in derselben Hütte liegen, in welcher sich die Destilliröfen befinden, oder wenigstens keine solche Lage haben, daß die glühenden Muffeln beim Transport der Einwirkung des Regens u. s. f. ausgesetzt sind.

Es wird zweckmäßig seyn, zuerst die älteste Einrichtung der Schlesischen Zinkdestillationsöfen zu zeigen, weil sich daraus am besten ersehen läßt, welche Veränderungen bei diesem metallurgischen Prozeß vorgenommen worden sind. Die älteste Einrichtung der Oefen ist aus den Zeichnungen Fig. 700 bis 703. im Grundriß, der Durchschnittslinie AB entsprechend; im Aufriß, und in den Profilen CD und EF, zu ersehen. Die wesentlichen Theile dieses Ofens sind: der Feuerungsraum (die Schurgasse, oder auch das Gefäß) a, und der eigentliche Heerdraum oder der Ofenraum b, welcher zur Aufnahme der Destillationsgefäße dient. Die Schurgasse liegt unter dem Heerde in der Mitte des Ofens, und ist mit dem Gewölbe c versehen, in welchem sich nur eine einzige, 1 Quadratfuß weite Oeffnung t befindet, aus welcher die Flamme aus dem Feuerungsraum in den Heerdraum tritt. d ist der Rost, und e das Schürloch, durch welches das Brennmaterial in die Schür-

gasse gebracht wird. Der Kanal, oder die Rösche f unter dem Rost, dient als Aschenfall und zur Luftzuführung. Die Heerdsohle g im Ofenraum ist ganz horizontal und quadratisch. Außer durch diese Heerdsohle, wird der innere Ofenraum durch die vier Umfassungswände h gebildet und oben durch das aus Thon geschlagene Gewölbe (Kappe) k, geschlossen. Zur Abführung des Rauchs und der Flamme befinden sich in der Kappe vier Oeffnungen i, und vier andere l, in den Umfassungswänden. Diese letzteren sollen die Flamme in den unteren Theil des Heerdraums ziehen, weshalb sie im Niveau der Heerdsohle angesetzt sind, bis zur mittleren Stärke der Umfassungswände in horizontaler Richtung fortlaufen, und dann senkrecht aufsteigen. Die Muffeln m sind nur an der vorderen Seite, mit welcher sie aus den Umfassungswänden des Ofens hervorragen, offen. Sie haben ganz die Gestalt der Probirmuffeln, und stehen mit ihrem flachen Boden auf der Heerdsohle. Für eine jede Muffel ist in den Umfassungswänden ein Raum n ausgespart, durch welchen die Muffeln, — mit ihrer Mündung oder mit ihrer offenen Seite nach außen gekehrt, — so tief in den Ofenraum geschoben werden, daß jener Raum n ganz frei bleibt, um die mit den Muffeln in Verbindung zu setzenden Verdichtungsvorrichtungen aufnehmen zu können. Welche Lage die Muffeln im Ofen gegeneinander so wie gegen das Flammenloch t erhalten, geht aus den Zeichnungen unmittelbar hervor. Sobald die Muffel im Ofen in ihre gehörige Lage gebracht worden ist, wird der Spielraum o zwischen dem Muffelrande und der Begränzung des Raumes n, sorgfältig mit Ziegelstücken und Lehm verklebt, damit das Feuer nicht hindurch dringen könne, und die Mündung der Muffel sodann verschlossen. Dies geschieht vermittelst einer genau einpassenden Thonscheibe p (Steg genannt), welche in der Zeichnung Fig. 713. besonders dargestellt ist. Diese Thonscheibe hat zwei Ausschnitte, von denen der untere a zum

Herausnehmen der Destillationsrückstände dient, und während des Destillationsprozesses mit einer anderen kleinen Thonscheibe verschlossen ist; der obere b aber die Unterlage für den Hals der Vorlage abgiebt. Um diese Scheibe p in der Muffelmündung fest zu halten, muß sie mit Lehm gut angeklebt werden. Die Vorlage q, welche die sich entwickelnden metallischen Zinkdämpfe aufnehmen und verdichten soll, ist in der Zeichnung Fig. 717. besonders dargestellt. Sie besteht aus zwei Theilen: dem Unterstück, oder dem Rohr a, und dem Oberstück, an welchem man den Kopf b und den Hals c unterscheidet. Unterhalb des Raumes n, welcher diesen Verdichtungsapparat oder die Vorlage aufnimmt, ist ein zweiter Raum r, — das Tropfloch genannt, — in den Umfassungswänden des Ofens ausgespart. Beide Räume n und r stehen durch die Oeffnung s mit einander in Verbindung. Auf diese Oeffnung s wird das cylindrische Unterstück a der Vorlage (Fig. 717.) senkrecht aufgesetzt, und auf dieses das Oberstück, dergestalt, daß der Kopf b auf dem Rohr a, der Hals c der Vorlage aber in dem oberen Ausschnitt b des Muffelsteges p (Fig. 713.) aufruht, worauf alle Fugen mit Lehm verklebt werden. Die in dem Kopf der Vorlage angebrachte Oeffnung d (Fig. 717.) dient zum Eintragen der Beschickung in die Muffel; sie ist während der Destillation verschlossen, so daß die Vorlage, oder der Verdichtungsapparat, einen unter einem rechten Winkel gebrochenen Kanal bildet, durch welchen die aus der Muffel sich entwickelnden Gasarten und Zinkdämpfe ihren Weg nehmen müssen, ehe sie ihren Ausgang in das Tropfloch r finden. Der Verdichtungsapparat kann, weil er keine starke Hitze auszustehen hat, aus gewöhnlichem Thon bestehen. Das Eintragen der Beschickung geschieht vermittelst einer schmalen eisernen Schaufel (Füllschaufel), welche in der Zeichnung Fig. 714. dargestellt ist. Sie wird durch die im Kopf der Vorlage befindliche Oeffnung d in die Muffel gebracht, und in derselben aus-

geleert. Wenn der ganze Einsatz (für jede Muffel ½ Centner Galmei oder Ofenbruch, gemengt mit ⅓ Kohle, dem Volum nach), eingetragen ist, so wird die Oeffnung d mit einer Thonscheibe geschlossen, so daß der ganze Destillationsapparat nur durch die kleine Oeffnung s, welche in das Tropfloch ausmündet, mit der äußeren Luft in Verbindung steht. Sehr bald beginnt die Reduction des Zinkoxyds in dem calcinirten Galmei, indem die Zinkdämpfe aus der Muffel in die Vorlage treten, sich dort verdichten, und tropfenweise in dem Tropfloch niederfallen. Die Vorlage darf nicht kalt gehalten werden, weshalb man auch nicht allein einige Holzkohlen in die Vorlage bringt, sondern auch den Raum n vermittelst einer mit Thon beschmierten Thüre von Eisenblech verschlossen hält. Zur Beschickung sowohl, als zum Ausfüllen der Vorlagen, wendet man statt der Holzkohlen zweckmäßiger die durch den Rost gefallenen kleinen Kohlen (Koaks, die man Cynders nennt) an, welche aber von Asche und Schlacke durchaus frei, und daher sorgfältig ausgeklaubt seyn müssen.

Durch die nach und nach erfolgte Einführung größerer Oefen, so wie durch die verbesserten Einrichtungen bei der Feuerung und bei der Flammenführung, hat der Destillationsprozeß wesentliche Fortschritte gemacht, obgleich die ursprüngliche Einrichtung des eigentlichen Destillationsapparates gänzlich beibehalten worden ist, weil sie sich als völlig zweckmäßig bewährt hat, und weil alle Versuche: eine vollkommenere Verdichtung der Zinkdämpfe zu bewirken, bis jetzt mißlungen sind. Die Einrichtung der jetzigen Destillationsöfen geht aus den Zeichnungen Fig. 704—708. im Grundriß; in der Längenansicht; im Längendurchschnitt nach AB; in der Queransicht, und im Querschnitt nach CD, hervor. Bei der Einrichtung und bei dem Betriebe dieser Oefen wird auf folgende Weise verfahren.

Ueber der Rösche, welche als Luftzuführungskanal und als Aschenfall für die Zinköfen dienen soll, werden drei guß-

eiserne Rostbalken a gelegt und vermauert, und sodann wird die Rostfläche durch die vier eisernen Platten c, welche zugleich die Unterlage für die Schur- oder Feuergasse abgeben, eingefaßt, und ihre Begrenzung näher bestimmt. Wenn jedem Zinkofen nicht eine besondere Rösche zugetheilt, sondern der Aschenfall durch eine Querrösche, (aus einer mehreren Zinköfen gemeinschaftlich zukommenden Hauptrösche), gebildet wird; so entsteht daraus leicht der Nachtheil, daß der Raum d zwischen der Hauptrösche und der Querrösche stets mit erwärmter Luft angefüllt ist, wodurch nicht nur die Wirkung der äußeren Luft geschwächt, sondern auch der Verbrand an Roststäben sehr vermehrt wird. Nachdem die Fundamente bis zur Höhe der Schurgasse aufgeführt und ausgeglichen sind, werden die vier Umfassungswände aus gewöhnlichen Mauerziegeln mit Thonmörtel vorläufig bis zur Sohle der Vorlagenräume aufgemauert, und dabei zugleich auf die Anlage des Schürlochs e und der Tropflöcher f Rücksicht genommen. Jenes wird in der Regel nicht überwölbt, sondern bloß mit eisernen Platten g geschlossen. Zur Schonung des Mauerwerks ist auch die Sohle des Schürlochs mit eisernen Platten h belegt, und die dem Rost zugekehrte Oeffnung desselben mit einem gußeisernen Kasten i armirt. Nach der äußeren Seite erhält das Schürloch die gewöhnliche Erweiterung, um das Brennmaterial bequemer eintragen zu können. Die Sohlen der Tropflöcher sind ebenfalls mit eisernen Platten k versehen, welche auf der äußeren Seite einen aufstehenden Rand erhalten, um das Ueberfließen des im Tropfloch sich sammelnden Zinks zu verhüten. Der obere Verschluß der Tropflöcher wird auf einer jeden der beiden Arbeitsseiten durch eine einzige eiserne Platte l (Heerdplatte) bewirkt, welche zugleich die Sohle für die Vorlagenräume abgiebt. Diese Heerdplatten sind so lang als der Ofen selbst innerhalb der Umfassungswände, aber nur 1 Fuß breit, und bedecken daher nur den vorderen Theil der Tropflöcher.

Weil diese aber ganz bedeckt werden müssen, so bedient man sich hierzu kleiner eiserner, 6 Zoll breiter und 22 Zoll langer Ergänzungsplatten m, welche genau in den Vorlagenraum einpassen, und an der hinteren Seite an die Oeffnung n stoßen, durch welche die Verbindung zwischen den Vorlagen und Tropflöchern statt findet. Es ist mit einiger Schwierigkeit verknüpft, die Heerdplatten l im Laufe des Betriebs in ihrer ursprünglichen Lage zu erhalten, weil sie durch die Einwirkung des Feuers leicht krumm gezogen, und auf einer Seite herausgedrückt werden. Um dieß zu vermeiden, bedient man sich verschiedener Arten von Verankerungen, wovon die in der Zeichnung dargestellte besonders zu empfehlen ist. Jede Heerdplatte wird durch drei gußeiserne, 1½ Zoll starke, in Gestalt eines Z gegossene Anker o festgehalten, welche mehrere Fuß in das Mauerwerk hineinragen, und so tief unter der Heerdsohle liegen, daß sie nicht mehr durch die Hitze angegriffen werden.

Innerhalb der bis zur Höhe der Heerdsohle aufgeführten Umfassungswände des Ofens, werden nun der Feuerraum und der Heerd eingebaut. Die Wände des Feuerraums (Gefäßes) p werden aus den besten feuerfesten Ziegeln errichtet, und mit einem aus feuerfestem Thon und rein gewaschenem Sande zusammengesetzten Mörtel verbunden. Um dem Gefäß die nöthige Haltbarkeit zu geben, erhält dasselbe am Fuß eine Stärke von 2 bis 2½ Fuß, die sich nach oben vermindert, und am oberen Rande nur noch 1 Fuß beträgt. Die Verbindung des Schürlochs mit dem Feuerraum wird durch den Kanal q bewirkt, welcher überwölbt ist, und in der Sohle eine starke Neigung nach dem Feuerraum zu erhält, um das Eintragen und gleichmäßige Verbreiten der Kohlen auf dem Rost zu erleichtern. Der obere Rand des Feuerraums liegt in der Regel einige Zoll höher als die Sohle der Vorlagenräume, so daß der Heerd von der Mitte nach den Seitenwänden des Ofens eine

kleine Neigung erhält. Diese Einrichtung soll theils das Ausräumen der Rückstände aus den Muffeln erleichtern, theils soll dadurch den Muffeln an der dem Rost zugekehrten Seite eine höhere Lage gegeben werden, um sie der Wirkung der Hitze mehr auszusetzen, und den schädlichen Raum über den Muffeln zu vermindern. Der Raum zwischen dem fertigen Gefäß und den Umfassungswänden des Ofens wird mit Ziegelschutt oder mit Sand ausgefüllt, und dann der Heerd aus feuerfesten Ziegeln gepflastert, oder aus feuerfester Thonmasse geschlagen. Sodann wird die Aufmauerung der Umfassungswände auf der Schürloch- und auf der derselben entgegengesetzten Seite (Brandseite) bis zu den Widerlagern für die Kappe wieder fortgesetzt, und zugleich werden die Seitenzüge zur Erwärmung der Randmuffeln in diesen Umfassungswänden angelegt. So weit diese Züge r in horizontaler Richtung fortlaufen, verstopfen sie sich leicht, und es muß deshalb eine Einrichtung getroffen werden, um sie reinigen zu können. An der Schürlochseite läßt sich dieser Zweck durch Verlängerung des horizontal laufenden Zuges bei s, dessen Mündung während des Betriebes mit einem Ziegel verschlossen wird, leicht erreichen. Schwieriger ist der Zugang zu den Zügen in der Brandmauer, wenn diese Mauer zweien Zinköfen gemeinschaftlich angehört. Man muß daher von dem unteren Theil der Züge r, unter rechten Winkeln, Arme t abführen, die an den Arbeitsseiten des Ofens ausmünden, und welche breit genug seyn müssen, um mit einem Haken in jene Züge gelangen zu können. Sämmtliche Seitenzüge, so wie auch die inneren, dem Heerdraum zugekehrten Seiten der Umfassungswände, sind mit feuerfesten Ziegeln ausgefuttert, weil sie in unmittelbarer Berührung mit der Flamme stehen. Der Aufführung der Schürloch- und Brandmauer folgt die Instandsetzung der Vorlagenräume durch Einbringung der Pfeiler b. Weil diese Pfeiler nur eine Stärke von 3—5 Zoll besitzen, so können sie

nicht aus gewöhnlichen Ziegeln aufgeführt werden, indem sie dem Druck der Kappe nicht würden widerstehen können. Jeder Pfeiler wird daher aus einem einzigen großen Thonkörper, oder, — noch besser, — aus 2 Stücken, einem Hinter- und einem Vorderstück angefertigt, von denen jedes aus einer besonders feuerbeständigen und stark gebrannten Masse bestehen muß, weil es in unmittelbarer Berührung mit dem Heerdraum steht. Weil diese Pfeiler eine sehr schmale Grundfläche haben, so wird das Hinterstück einige Zoll tief in die Heerdsohle eingelassen, das Vorderstück aber an seinem äußeren Rande mit einer kleinen eisernen Platte u armirt, welche in die Heerdplatte l eingezapft ist, und dadurch das Ausweichen des Pfeilers verhindert. Diese Pfeiler sind die Widerlager sowohl für die kleinen Vorlagegewölbe, als auch für die Kappen des Destillirofens, zu deren Anfertigung aus feuerfesten Ziegeln, oder besser aus Thon, nunmehr geschritten wird. Um einen großen schädlichen Raum im Ofen zu vermeiden, muß die Kappe so niedrig seyn, daß sie im höchsten Punkt nicht mehr als 3 Fuß von der Heerdsohle entfernt ist. Darum giebt man derselben die Hauptspannung in der Richtung der kürzeren Seite des Ofens, also nach den Arbeitsseiten zu, und schließt dieselbe an der Schürloch- und Brandseite bloß durch eine Böschung, die etwa einen Viertelkreisbogen beschreibt. Diesen Verhältnissen angemessen müssen die Chablonen angefertigt werden, über welchen die Gewölbe in bekannter Art geschlagen werden. Die aus $\frac{1}{3}$ frischem Thon und $\frac{2}{3}$ reinem Sand bestehende Masse, welche man für die Gewölbe anwendet, hat die Consistenz eines steifen Teiges, und wird in einzelnen rundlichen Patzen von etwa Kopfgröße aufgetragen. Das Auftragen dieser Patzen beginnt am Fuß der Verschalung oder der aufgestellten hölzernen Chablonen, und rückt nach der Mitte vor. Es wird ein Patzen neben dem andern aufgelegt, und die Masse durch Kneten mit der Hand und Schlagen mit hölzer-

nen Schlägeln aufs innigste vereinigt, wobei so viel Hände beschäftigt seyn müssen, daß das Auftragen der Kappen in einem Tage beendigt ist. Widrigenfalls ist keine vollkommene Verbindung der Masse möglich. Mehre Tage hindurch wird die frisch aufgetragene Kappe mit hölzernen Schlägeln zusammen geschlagen, sowohl um ihr mehr Festigkeit zu geben, als auch um die durch das Trocknen entstandenen Sprünge zu schließen. Bei fortschreitendem Trocknen werden jedoch die Sprünge so groß, daß sie sich durch dieses Mittel nicht mehr schließen lassen. Man macht daher, um das mit dem Trocknen verbundene Schwinden der Masse auf einem Punkt zu concentriren, über die ganze Kappe einen Kreuzschnitt, und füllt die dadurch entstandenen Spalten, nachdem die Kappe ganz trocken geworden ist, mit frischer Kappenmasse aus. Während des Trocknens lüftet man nach und nach die Verschalung, damit sich die Kappe setzen könne, schneidet die sechs Kappenlöcher v aus, und zieht nach Verlauf von 14 Tagen bis 3 Wochen die Verschalung und die Chablonen ganz heraus, weil die Kappe in dieser Zeit vollkommen lufttrocken geworden ist. Die Stärke derselben darf nicht mehr als 8—9 Zoll betragen. Zuletzt werden sämmtliche Umfassungswände über den Widerlagern für die Kappe noch so hoch aufgeführt, daß sie von der Hüttensohle aus im Ganzen eine Höhe von etwa 6 Fuß erhalten. Auf den Arbeitsseiten füllt man die Vertiefungen, welche die Vorlagengewölbe zwischen sich lassen, mit Kappenmasse aus, und befestigt in dieser Masse die Wirbel w mit denen die Vorsetzthüren x vor den Mündungen der Vorlagenräume festgehalten werden. Zur Verankerung der Oefen bedient man sich geschmiedeter eiserner, 2 Zoll breiter und ½ Zoll starker Schienen. Die Längenanker y sind so lang als der Ofen selbst, von einem Schürloch bis zum andern. Wenn man Anker von so großer Länge in einem Stück nicht anwenden will, so läßt man jeden Längenanker aus 2

Stücken bestehen, die durch in einander greifende Haken verbunden werden. Zwei von diesen Längenankern liegen noch unterhalb der Tropflöcher in den Umfassungswänden auf den Arbeitsseiten; die beiden andern aber oben über den ausgeglichenen Vorlagengewölben in einer Vertikale mit jenen, und sind gar nicht vermauert. Die Queranker z, deren im Ganzen sechs vorhanden sind, liegen, wie aus der Zeichnung hervorgeht, im rechten Winkel gegen die Längenanker, und ragen etwa 6 Zoll aus dem Mauerwerk hervor. Dieser vorstehende Theil ist so weit durchlocht, daß die stehenden Anker z′ bequem eingeschoben werden können.

Ein Destillirofen kann, wenn er aus guten Materialien errichtet ist, in den Umfassungswänden viele Jahre aushalten, und um ihn immer in brauchbarem Stande zu erhalten, bedarf es nur etwa aller 2 bis 3 Jahre einer neuen Kappe, und etwa aller Jahre eines neuen Gefäßes, weil dieses wegen der unmittelbaren Berührung mit dem Brennmaterial am mehrsten leidet. Das Ausbrechen eines schadhaften Gefäßes und das Einbringen eines neuen, kann ohne die mindeste Verletzung der übrigen Ofentheile erfolgen.

Beim Anwärmen der Destillirösen wird ein verschiedenes Verfahren angewendet, je nachdem sie von Grund aus neu erbaut sind, oder nur eine neue Kappe und Gefäß, oder nur ein neues Gefäß erhalten haben. Ein ganz neuer Ofen muß äußerst langsam, und mit sehr allmählig gesteigerter Hitze abgewärmt werden, wobei die sämmtlichen Oeffnungen des Ofens, mit Ausnahme der Rostöffnung, zu verschließen sind, indem das erste Abwärmfeuer auf der Röschensohle, unter dem Rost angemacht, mehrere Wochen lang dort unterhalten, und dann endlich auf den Rost gebracht wird. Alsdann öffnet man auch die mit einer verlorenen Mauer versetzten Vorlagenräume, umgiebt das Gefäß mit einem 12 — 18 Zoll hohen Kranz von Ziegeln, und setzt die rohen Muffeln, denen man eine Unter-

lage von Flußsand giebt, damit sie nicht an der Heerdsohle anschmelzen können, in den Ofen. Nachdem in die Mündungen der Muffeln die Stege eingebracht worden sind, vermauert man die Vorlagenräume aufs neue, und setzt das Anwärmen des Ofens wieder fort. Um die Hitze allmählig im Ofen zu verbreiten, und auf die Muffeln wirken zu lassen, öffnet man nach und nach einige in der verlorenen Mauer der Vorlagenräume angebrachte Registeröffnungen, die Seiten- und Kappenzüge aber erst wenige Tage vor der Inbetriebsetzung des Ofens. Eine geringere Vorsicht ist beim Abwärmen eines alten Ofens mit neuer Kappe und neuem Gesäß, und eine noch geringere bei einem Ofen mit neuem Gesäß erforderlich. Man setzt dann die Muffeln sogleich in den Ofen, verwahrt letzteren auf die angegebene Weise, und feuert anfänglich unter dem Roste, nach einigen Tagen aber schon auf dem Roste, so daß nach 14 Tagen das Anwärmen völlig beendigt ist.

Sobald der Ofen in Hitze gebracht ist, entfernt man den Ziegelkranz, der zum Schutz der Muffeln gedient hatte, aus dem Heerde durch das Schürloch, trägt die verlorene Mauer ab, mit welcher die Vorlagenräume verschlossen waren, verschließt die Zwischenräume zwischen dem Rande der Muffeln und dem Mauerwerk des Ofens, bringt die Vorlagen auf die schon bekannte Weise ein, öffnet die Tropflöcher, und schreitet zum Besetzen der Muffeln. Es dauert gewöhnlich mehrere Wochen, ehe der Ofen so heiß wird, daß er den für alle 10 Muffeln gewöhnlichen Satz von 6—7 Centnern calcinirten Galmei verträgt. Man setzt anfänglich nur 4—5 Centner, welche gleichmäßig (im Gemenge mit den Cynders) in den 10 Muffeln vertheilt werden, und steigert den Satz allmählig. Wo man, außer dem Galmei, auch Ofenbruch zu verarbeiten hat, da pflegt man jedes von diesen Materialien besonders anzuwenden, weil der Ofenbruch bei der gemeinschaftlichen Verarbeitung nicht ganz rein ausgebracht wird.

Außer dem Galmei und Ofenbruch kommen zur Destillationsarbeit noch folgende zinkische Abfälle, welche bei der Zinkfabrikation als Nebenprodukte erhalten werden: 1) Zinkoxyd, welches sich, außer dem regulinischen Zink, in den Tropflöchern ansammelt. 2) Rückstände aus den Vorlagen, welche aus einem Gemenge von Zinkoxyd und metallischem Zink bestehen, und vor ihrer Verarbeitung klein gepocht, und von den anhängenden Thonstücken befreit werden müssen. 3) Die Rückstände, welche beim Umschmelzen des bei der Destillation gewonnenen rohen Zinks, durch Abschäumen mit dem Schaumlöffel, abgesondert werden. Diese Materialien werden gewöhnlich der Galmeibeschickung beigemengt. Bei dem Eintragen der Beschickung in die Muffeln ist es zweckmäßig, daß nicht alle 10 Muffeln auf einmal, sondern daß jedesmal nur die an einer Arbeitsseite liegenden 5 Stück, die anderen 5 Stück aber erst nach Verlauf von 12 Stunden gefüllt werden. Weil nämlich die Destillationsperiode für jede Muffel 24 Stunden beträgt, so wiederholt sich das Besetzen der Muffeln alle 12 Stunden abwechselnd auf beiden Arbeitsseiten.

Ist das Besetzen der Muffeln beendigt, so werden die Vorlagen sofort auf die bekannte Weise mit einer Thonscheibe geschlossen, und die Vorsetzthüren x Fig. 705. vor die Vorlagenräume gesetzt, damit sich die Vorlagen erwärmen. Um diese Erwärmung zu beschleunigen, pflegt man auch gewöhnlich aus dem Ziegelversatz α Fig. 705. welcher am vordern Rande der Muffeln liegt, und den Heerdraum vom Vorlagenraum trennt, zu beiden Seiten einer jeden Muffel ein Ziegelstück herauszuziehen, so daß die Flamme in den Vorlagenraum treten kann.

Kaum eine Viertelstunde nach Schließung der Vorlagen beginnt die Destillation. Zuerst geht nur Zinkoxyd über, welches durch die Verunreinigung mit Kohlenstaub, Asche und Kadmiumoxyd ein schmutziges Ansehen hat. Gleichzeitig entzünden sich auch die aus der Beschickungsmasse entbindenden

Gasarten (Kohlenoxydgas und Kohlenwasserstoffgas) an der Mündung der Vorlage. Schon nach Verlauf einer halben Stunde tritt das Niedertropfen des metallischen Zinks aus den Vorlagen und den Tropflöchern ein, indeß dauert es doch 6 bis 8 Stunden, ehe die Destillation in vollen Gang kommt. Am stärksten geht der Prozeß im zweiten Drittheile der Destillationsperiode vor sich. Dann nimmt er successiv dergestalt ab, daß er nach Ablauf von 24 Stunden ganz aufhört. Ist der Prozeß früher als nach Verlauf von 24 Stunden beendigt, so ist dies ein Zeichen, daß die Quantität der eingetragenen Beschickung zu geringe war; hat er aber nach Ablauf dieser Zeit noch nicht aufgehört, so ist der Einsatz entweder zu stark, oder die Hitze im Ofen zu geringe gewesen. Galmei der in zu großen Stücken angewendet, oder nicht gehörig calcinirt worden ist, verzögert den Destillationsprozeß so sehr, daß ein Zeitraum von 24 Stunden zu seiner Beendigung nicht hinreicht.

Sobald kein Zink mehr übergeht, wird die Vorlage, durch das Wegnehmen der nur lose befestigten Thonscheibe β geöffnet; die im Kopf und Halse hängen gebliebenen Zinktropfen werden mit einer kleinen eisernen Krücke in das Vorlagenrohr gezogen, und dieses letztere demnächst mit eisernen gekrümmten Stäben, die man theils von oben, theils von unten in die Vorlage bringt, gelüftet, so daß alles darin enthaltene flüssige Zink in das Tropfloch fallen muß. Dann wird das in den Tropflöchern angesammelte Zink (Werkzink), welches aus unregelmäßigen Massen unvollkommen zusammengeflossener und mit Zinkoxyd verunreinigter Zinktropfen besteht, bei Seite gelegt, und sogleich zu einem neuen Einsatz geschritten, ohne vorher die Rückstände aus den Muffeln zu entfernen. Erst nach dreimal wiederholter Destillation häufen sich die Rückstände in den Muffeln so an, daß sie herausgezogen werden müssen. Es ist daher nur erforderlich, die Muffeln alle 3 Tage zu räu-

men, welches sowohl den Arbeitern als dem Betriebe sehr zu statten kommt, weil das Ausziehen der Rückstände sehr anstrengend ist, und eine sehr starke Abkühlung der Muffeln herbeiführt.

Das Räumen der Muffeln geschieht mit Brechstangen, mit welchen die angeschmolzenen Massen losgebrochen werden, und mit eisernen Krücken, die zum Herausziehen der Rückstände dienen. Beide Instrumente werden durch den unteren Ausschnitt a Fig. 713. im Muffelstege, der zu diesem Behuf geöffnet wird, in das Innere der Muffel gebracht. Die Vorlage bleibt dabei unverrückt in ihrer Stellung, obgleich sie beim Ausräumen sehr hinderlich ist, indem sie gerade vor jenem Ausschnitt liegt, so daß man nur seitwärts in die Muffel gelangen kann. Wenn die Rückstände beim Austragen noch weiße Flammen und Dämpfe ausstoßen, sich mit Zinkoxyd überziehen, oder wenn sich noch unveränderte Galmeistücke darunter vorfinden, so enthält die Beschickung noch Zink, und der Betrieb muß dann abgeändert werden. Aus dem Grade der Zusammensinterung oder Verschlackung der Rückstände läßt sich nicht beurtheilen, ob die Reduction vollständig erfolgt sey, weil nur der weiße Galmei die Eigenschaft besitzt, eine flüssige Schlacke zu geben, der rothe Galmei hingegen ganz trocken im Feuer geht. Wenn nur rother Galmei zur Beschickung angewendet ist, bleibt oft das äußere Ansehen der Galmeistücke völlig unverändert, so daß man sich leicht täuschen würde, wenn nicht das sehr verminderte specifische Gewicht den Beweis lieferte, daß kein Zink mehr darin enthalten ist. Während des Destillationsprozesses ist die Unterhaltung eines gleichmäßig und hinlänglich hohen Hitzgrades vorzüglich zu beobachten. Man erreicht ihn durch eine angemessene Regulirung des Luftzuges, nämlich durch das Oeffnen und Schließen der Röschenthüren und der Oeffnungen in den Seitenwänden und in der Kappe, besonders aber durch das sorgfältige Schüren. Der

Rost muß stets rein erhalten werden, und die Kohlen müssen den Rost stets gleichmäßig bedecken. Beim Schüren müssen recht oft Kohlen in den Ofen geworfen, aber nie muß ein großes Quantum auf einmal eingetragen werden, weil der Ofen durch eine starke Rauchentwickelung mehr abgekühlt als erhitzt werden würde. Außer dem Schüren gehört während der Destillationsperiode zur Bewartung des Ofens auch die Erhaltung einer angemessenen Temperatur in den Vorlagen. Wenn die Mündungen der Vorlagen hell sind, und wenn aus den Tropflöchern stets ein dünner Zinkrauch emporsteigt, so sind die Vorlagen in der richtigen Hitze. Dampft es aber stärker aus den Vorlagen, so ist die Hitze zu groß, und es müssen dann die kleinen Thüren in der Vorsetzthüre geöffnet werden. Wird die Temperatur dadurch noch nicht genug vermindert, so muß die Vorsetzthüre ganz weggenommen werden. Sind die Mündungen der Vorlagen aber finster, welches eine zu geringe Hitze andeutet, so müssen die Vorsetzthüren so lange verschlossen gehalten werden, bis die Hitze wieder verstärkt worden ist. Die Vorlagen, besonders diejenigen, welche schon einige Zeit gebraucht, und daher mit Zinkmassen verwachsen sind, verstopfen sich sehr bald. Dies muß sorgfältig vermieden, und die Vorlagen müssen daher von Zeit zu Zeit mit einem eisernen, unter einem fast rechten Winkel gebogenen Haken gereinigt werden. Man bringt diesen Haken durch die untere Mündung in das Innere der Vorlage, und klopft auch von außen an die Vorlagen, damit die an den Wänden derselben haftenden Zinktropfen herabfallen.

Wenn der Destillationsapparat schadhaft wird, muß er schleunigst ausgebessert werden. Es gehört sowohl zum Erkennen als zum Ausbessern einer schadhaften Muffel einige Uebung. Als Merkmale dienen die Verminderung der Zinkproduktion und die Anhäufung einer ungewöhnlich großen Masse von Zinkoxyd im Tropfloch, (die dadurch veranlaßt wird, daß kalte

Luft von außen durch die Vorlage in die Muffel dringt); ferner die röthliche Färbung des Flämmchens vor der Mündung der Vorlage, und endlich die weiße Farbe des aus den Kappen- und Seitenzügen entweichenden Rauches von Zinkdämpfen. Man sucht beim Ausräumen einer solchen Muffel den entstandenen Riß sorgfältig in seinem ganzen Umfang auf, und verkittet ihn mit magerer feuchter Thonmasse, vermittelst einer an einem langen Stiel befestigten kleinen eisernen Kelle, (der sogenannten Flickschaufel), Fig. 716., und mittelst eines eisernen Häkchens Fig. 715. an welche die Thonstücken, womit der Riß verschlossen werden soll, geklebt werden. Läßt sich der Riß von innen nicht verschließen, so sucht man von außen dazu zu gelangen, entweder durch die Kappen- und Seitenöffnungen, oder dadurch, daß man die Ziegelverkleidung zwischen den Muffeln und den Vorlagepfeilern aufreißt, wodurch die Muffeln an den äußeren Seitenwänden zugänglich werden. Wird aber eine Muffel so schadhaft, daß sie keiner Ausbesserung mehr fähig ist, so muß sie gegen eine neue ausgewechselt werden. Man pflegt die alten Muffeln nicht eher aus dem Destillirofen herauszuschaffen, bis die Ersatzmuffeln bereit sind. Das Herausreißen der alten Muffeln geschieht durch den Vorlagenraum mittelst eiserner Haken, und läßt sich immer mit Leichtigkeit bewerkstelligen, wenn unter den Muffelboden eine dünne Sandschicht gestreut worden ist, wodurch das Anschmelzen der Muffel an die Heerdsohle verhindert wird. Sobald die Muffel aus dem Ofen entfernt ist, wird die Vorsetzthüre vor den betreffenden Vorlagenraum gesetzt, (damit nicht zu viel Hitze aus dem Ofen entweicht), und eiligst zum Einsetzen der Ersatzmuffel geschritten, nachdem die Muffelstätte gereinigt, und mit frischem Sand bestreut worden ist. Nicht selten erhalten die Muffeln schon beim Anwärmen im Temperofen Sprünge. Sind diese nicht zu bedeutend, so verstreicht man sie mit Lehm, oder füllt sie mit Ziegelmehl aus, welches dem-

nächst in der Destillationshitze den Sprung zusammenschmelzt, so daß die Muffel nicht unbrauchbar wird. Die Muffeln werden aus einem Gemenge von höchstens $\frac{2}{3}$ rohem und $\frac{1}{3}$ gebranntem Thon (oder aus $\frac{1}{3}$ alten gepochten und von aller Schlacke sehr sorgfältig gereinigten Muffelscherben) ohne Modell, aus freier Hand angefertigt. Die Rückwand der Muffel, nämlich die dem Rost zugekehrte Seite, dient dem Muffelmacher als Basis, auf welcher die Muffel, ihrer ganzen Länge nach, durch einzelne über einander gelegte Wülste von zubereiteter Thonmasse aufgeführt wird. Bei der großen Länge der Muffel würde sie in sich zusammensinken, wenn die Arbeit bis zur gänzlichen Vollendung der Muffel fortgesetzt würde. Man führt sie daher erst etwa einen Fuß hoch auf, damit sie durch das Trocknen einige Festigkeit erhält, wobei man den oberen Rand mit feuchter Leinewand bedeckt, setzt dann die Arbeit nach einigen Tagen weiter fort, läßt der Masse abermals Zeit, durch Austrocknen eine größere Festigkeit zu erlangen, fährt dann wieder fort u. s. f. bis die ganze Muffel fertig ist. Die Muffeln haben zwar alle eine gleiche Gestalt, aber nicht eine gleiche Länge, weil die in der Mitte stehenden Muffeln, wegen der Schürgasse, kürzer seyn müssen, als die an den Seiten im Ofen befindlichen Muffeln, wie aus der Zeichnung von den Oefen hervorgeht. Die Länge ist von $3\frac{1}{2}$ bis $5\frac{1}{2}$ Fuß verschieden; die Breite am Boden beträgt 18 Zoll, und die Höhe im Lichten 20 bis 22 Zoll. Die Thonstärke in den Seitenwänden ist 1 bis $1\frac{1}{4}$, am Boden und in der Rückwand aber $1\frac{1}{2}$ Zoll. — Die vollkommen lufttrockenen Muffeln können nur bei einem ganz neuen Ofen sogleich mit abgewärmt und glühend gemacht werden. Das Abwärmen und Glühen der auszuwechselnden Muffeln erfolgt in besonderen Oefen (Temperöfen oder Muffelbrennöfen), die in den Zeichnungen Fig. 709. im Grundriß nach EF, Fig. 711. im Querdurchschnitt nach CD; Fig. 712. im Längendurchschnitt nach

AB des Grundrisses, und Fig. 710. in der vorderen Ansicht dargestellt sind. Der Heerd a ist zu fünf Muffeln eingerichtet, nämlich zu einer langen und zu vier kurzen Muffeln, welche im Destillirofen den mittleren Raum des Ofens einnehmen. Deshalb hat der Heerd des Temperofens auch keine regelmäßige Gestalt erhalten, um den Raum vollständig zu benutzen. Der Rost liegt 10 Zoll tiefer als die Heerdsohle, und die Feuerbrücke b ist 2 Fuß 9 Zoll hoch, unten 10 Zoll, oben 6 Zoll stark. Die große Höhe der Brücke vermindert zwar das Zuströmen der Flamme auf den Heerd, ist aber durchaus nothwendig, weil die Flamme die Muffel nicht unmittelbar berühren darf. Um der Brücke, bei ihrer großen Höhe und geringen Stärke, eine größere Haltbarkeit zu geben, ist sie in der Mitte auf eine Breite von 18—21 Zoll bis an die Kappe, oder bis an das Ofengewölbe in die Höhe geführt, und mit demselben verbunden. Die Oeffnung c, durch welche die Muffeln eingebracht und herausgenommen werden, ist während des Anglühens der Muffeln mit gewöhnlichen Ziegeln versetzt, die jedoch hier und dort Oeffnungen zwischen sich lassen müssen, durch welche Rauch und Flamme abziehen. Die zu beiden Seiten der Thüre c angebrachten Oeffnungen d, d dienen dazu, den Muffeln beim Einsetzen und Herausnehmen eine richtige Stellung anzuweisen. e, e sind Gurtbögen, um dem schwachen Gewölbe aus Ziegeln eine größere Haltbarkeit zu geben. Sie fallen dann weg, wenn das Gewölbe nicht aus Ziegeln, sondern aus Thon geschlagen wird. f ist eine Sandfüllung unter der Heerdsohle. In den ersten 2 bis 3 Tagen feuert man unter dem Rost, bringt dann erst die Roststäbe ein, und trägt einige Kohlen auf den Rost. Die Hitze wird sehr langsam bis zum Rothglühen gesteigert. Die Muffeln müssen wenigstens 2 Tage lang in Rothglühhitze gestanden haben, ehe sie herausgenommen werden können. Zum Anglühen der Muffeln überhaupt, ist ein Zeitraum von 8—12 Tagen erforderlich.

Die Zinkdestillationsöfen mit 10 Muffeln, wie sie vorhin beschrieben worden sind, haben in der neuesten Zeit einige Abänderungen dadurch erhalten, daß man die Flamme, welche aus den in den Umfassungswänden befindlichen Zügen aufsteigt, in einen besonders vorgerichteten Raum leitet, den man entweder zum Anglühen der Muffeln, oder zum Calciniren des Galmei benutzt. Man verfährt dabei auf doppelte Weise. Entweder bringt man den Brennraum in derjenigen Seitenmauer des Destillationsofens an, in welcher sich das Schürloch befindet; oder in der mittleren Mauer, welche zweien neben einander liegenden Oefen gemeinschaftlich angehört. Bei einfachen Oefen befindet sich der Brennraum auf der dem Schürloch entgegengesetzten Seite des Ofens; indeß sind in Schlesien sehr wenig einfache Oefen vorhanden, weil man den Doppelöfen, wegen der Benutzung einer gemeinschaftlichen Brandmauer, den Vorzug giebt. — Eine Einrichtung der ersten Art, bei welcher der Brennraum an der Schürlochseite angebracht ist, zeigen die Zeichnungen Fig. 718. und 719. Hier sind a, a die durch die Gewölbe b geschlossenen beiden Brennräume, welche innerhalb der Umfassungsmauer liegen. Bei den gewöhnlichen Oefen ist diese Mauer nur etwa 3 Zoll stark; hier ist sie aber bis 5 Fuß verstärkt, um Raum für die Brennheerde zu erhalten. In jeden dieser Heerde sind aus den Destilliröfen zwei Züge c und d geleitet, und ein dritter Zug e führt die erhitzte Luft ab, nachdem sie den Brennheerd bestrichen hat. f ist die Thüröffnung, durch welche der Galmei eingetragen und ausgezogen wird. So lange das Calciniren dauert, ist diese Oeffnung mit Ziegeln, oder mit einer eisernen Thüre verschlossen. Diese Einrichtung hat zweierlei Unvollkommenheiten. Die Züge c und d sind nämlich sehr lang, lassen sich daher nicht gut reinigen, und erhitzen den Brennraum nicht stark genug. Außerdem münden die Züge in der Mitte des Brennraums ein, und verhindern dadurch

die gleichmäßige Erhitzung des Heerdes. Deshalb zieht man die Einrichtung vor, welche Fig. 720. darstellt. Indem ein Zug a im hinteren Theil des Brennraumes, und ein zweiter b in der Ecke neben jenem einmündet, die Abzugsöffnung aber nach c verlegt ist, wird die erhitzte Luft genöthigt, den Heerd seiner ganzen Länge nach zu bestreichen. Später bemerkte man jedoch, daß dem Destillationsofen durch diese vermehrten Züge zu viel Hitze entzogen ward, die nur durch einen größeren Verbrauch von Brennmaterial ersetzt werden konnte, weshalb man die gewöhnliche Anzahl der Seitenzüge nicht vermehrte, nur die Züge b beibehielt, und die Zugöffnung a ganz abwarf. In einen solchen (5 Fuß langen, $2\frac{1}{2}$ Fuß breiten, und in der Mitte 15 Zoll hohen) Brennraum, werden jedesmal $2\frac{1}{2}$ bis 3 Centner roher Galmei eingetragen, welche nach Verlauf von 6 Stunden calcinirt sind. Weil zwei Brennräume vorhanden sind, so können in 24 Stunden etwa 10 bis 12 Centner Galmei, also noch mehr als ein Ofen mit 10 Muffeln erfordert, calcinirt werden.

Die zweite Einrichtung, bei welcher der Brennraum in der, zweien Destillationsöfen gemeinschaftlich angehörenden Brandmauer angebracht ist, geht aus den Zeichnungen Fig. 723. im Grundriß nach AB, und 724. im Durchschnitt nach CD und in der Seitenansicht hervor. Die Brandmauer muß dann wenigstens $4\frac{1}{2}$ Fuß stark seyn. Der Brennheerd nimmt die ganze Breite des Destillationsofens ein, indem er zu beiden Seiten ausmündet. Er ist $2\frac{1}{2}$ Fuß breit, und in der Mitte 2 Fuß hoch. Die Seitenzüge a, durch welche der Brennheerd erhitzt wird, sind so geführt, daß sie neben den beiden Thüröffnungen b in den Brennraum einmünden, sowohl um sie von den Thüröffnungen aus leicht reinigen, als auch den Heerd auf seine ganze Länge erhitzen zu können, indem die glühende Luft in der Mitte des Brennraums durch die Züge c abgeführt wird. In jeden solchen Brennraum münden vier

Seitenzüge a ein, nämlich zwei aus jedem einfachen Destillationsofen. Wenn daher auch einer von den beiden Oefen außer Betrieb ist, so kann die Calcination des Galmei dennoch statt finden, indem die zu dem nicht im Betrieb befindlichen Oefen gehörenden Züge, verschlossen werden. Zum Brennen gleicher Galmei-Quantitäten ist alsdann indeß die doppelte Zeit erforderlich. Das den Brennraum schließende Gewölbe muß mit besonderer Sorgfalt angefertigt werden, damit es dem Druck der Gewölbe von den beiden Destillationsöfen widerstehen kann. Die Dimensionen der Seitenzüge bleiben ganz so wie sie bei den gewöhnlichen Destillationsöfen ohne Brennräume angewendet werden. Bei einem vollen Gange beider Oefen werden in einem Brennraum 12 bis 14 Centner roher Galmei eingetragen, zu deren Calcination etwa 8 Stunden erforderlich sind. In 24 Stunden können also 36—40 Centner Galmei gebrannt werden. Wenn ein Destillationsofen außer Betrieb ist, so lassen sich nur etwa 20 Centner Galmei in derselben Zeit calciniren. Weil diese Brennräume auf beiden Seiten mit Thüren versehen sind, so zieht die äußere Luft leicht hindurch, und kühlt den Brennheerd ab. Die Thüren müssen daher immer sorgfältig geschlossen, und beim Einsetzen und Ausziehen des Galmei niemals gleichzeitig geöffnet seyn. Man theilt daher den Brennraum durch eine mittlere Scheidemauer auch wohl in zwei Hälften.

Will man diese Brennräume zum Anglühen der Muffeln benutzen, so versetzt man die Thüröffnungen mit Ziegeln, die einige Oeffnungen zwischen sich lassen, um die Hitze zu reguliren, und die erhitzte Luft abzuführen. Die Seitenzüge aus den Destilliröfen müssen anfänglich ganz geschlossen seyn, und nur allmälig geöffnet werden. Es ist dabei eine größere Vorsicht als bei den eigentlichen Muffelglühöfen erforderlich, weil die Regulirung der Hitze mit etwas mehr Schwierigkeiten verbunden ist.

In einem Destillationsofen mit 10 Muffeln werden, nach einem allgemeinen Durchschnitt, in 24 Stunden 6 Centner, oder 660 Pfund calcinirter Galmei verarbeitet, indem jede Muffel etwa mit 66 Pfund Galmei besetzt wird. Wöchentlich werden also in einem Ofen 42 Centner calcinirter Galmei destillirt, welche, ebenfalls nach einem allgemeinen Durchschnitt von vielen Jahren, 63 Centnern rohem Galmei gleich zu setzen sind. Der calcinirte Galmei liefert wenigstens 40 Prozent (oder der rohe 26⅔ Prozent) verkaufbares, d. h. umgeschmolzenes und in Barren gegossenes Zink, folglich ein Ofen wöchentlich wenigstens 17 Centner Zink. Sehr oft wird der calcinirte Galmei aber zu 47 Prozent ausgebracht und es werden von einem Ofen wöchentlich nicht selten 22 Centner Zink, auch wohl noch mehr, geliefert. Der Steinkohlenverbrauch für den Centner in Barren gegossenes Zink läßt sich, nach einem sehr allgemeinen Durchschnitt, zu 28 Kubikfuß annehmen. Bei guten Kohlen sind 21 bis 22 Kubikfuß ausreichend; bei schlechten Sandkohlen steigt der Verbrauch auf 32 Kubikfuß. Alle diese Angaben beziehen sich auf einen gewissen mittleren Durchschnittsgehalt des Galmei. Sehr reiner Galmei wird im calcinirten Zustande zu 60 (im rohen Zustande also zu 40) Prozent ausgebracht. Um die Größe des Zinkverlustes bei der Destillation auszumitteln, hat man den Zinkgehalt einer Quantität calcinirten Zinkes durch Proben auf dem nassen Wege erforscht. Bei einer Quantität von 10 Centnern, ward der wahre Gehalt an Zinkoxyd zu 66,8 Prozent gefunden. Durch die Destillation wurden 58,6 Prozent Zink wirklich gewonnen, so daß der wahre Metallverlust 8,2 Prozent betrug. Dieser Verlust wird theils durch das Verbrennen des schon reducirten Zinkes, theils durch das Verschlacken eines Theils des Zinkoxydes herbeigeführt. Ich habe mehrere male die verschlackten, und von allen regulinischen Zinkkörnern befreiten Rückstände aus den Muffeln untersucht. Nach

Abzug der mechanisch beigemengten Zinkkörner und der Kohle, fanden sich diese schlackigen Rückstände zusammengesetzt, aus:

	a	b
Kieselerde	60,3	59,9
Thonerde	12,3	10,5
Eisen- und Manganoxydul . .	18,5	19,1
Kalkerde	2,0	2,9
Bittererde	0,9	2,1
Zinkoxyd	5,1	5,2
	99,1	99,7

Beide Schlacken, von denen die Schlacke a von der Destillation des weißen, und die Schlacke b von der Destillation des rothen Galmei herrührt, sind in der Zusammensetzung kaum verschieden. Sie nähern sich der Zusammensetzung eines Trisilikates. Vergleicht man die Resultate der Analyse der Rückstände, mit dem Resultat der eben erwähnten Probedestillation, so läßt sich annehmen, daß der Zinkverlust, welcher bei der Schlesischen Destillationsmethode entsteht, etwa zur Hälfte dem Verbrennen und der Verflüchtigung des reducirten Zinkes, und zur Hälfte dem Verschlacken des nicht zur Reduction gelangten Zinkoxydes, zugeschrieben werden kann.

Aus einem mittleren Durchschnitt der Resultate eines 5 jährigen Betriebes der Zinköfen auf der Lydognia Zinkhütte auf der Königshütte in Oberschlesien, ergiebt sich, daß zu 100 Centnern verkaufbarem Zink, 2,9 Stück Muffeln verbraucht, oder daß aus einer Muffel im Durchschnitt 34,5 Centner Zink dargestellt worden sind.

B. Die Englische Methode. Sie ist durch Herrn Mosselmann (Ann. des mines X. 485) beschrieben. Die Zinkhütten in England befinden sich in der Gegend von Birmingham, Bristol und Sheffield. Man bedient sich des Galmei, aber auch der abgerösteten Blende. Die Röstöfen für die Blende haben einen 10 Fuß langen und 8 Fuß breiten Heerd.

Das Gewölbe liegt 30 Zoll vom Röstheerde entfernt, und die Brücke ist 18 Zoll hoch. Man breitet die aufbereitete Blende beim Rösten 4 bis 5 Zoll hoch auf dem Heerde aus, und rührt sie fast ununterbrochen um. Die abgeröstete Blende wird bald mit $\frac{1}{3}$, bald mit $\frac{1}{2}$, bald mit $\frac{2}{3}$ Galmei beschickt, wie es die Vorräthe von beiden Materialien gerade erfordern. Der Galmei wird in der Regel vor der Reduction ebenfalls calcinirt, und zwar in einem besonderen Calcinirofen bei Flammenfeuer. Auf einigen Hütten unterwirft man den Galmei der Calcination gar nicht, sondern zerschlägt ihn etwa bis zur Größe einer Wallnuß, und vermengt ihn mit gleichen Theilen, dem Volum nach, kleinen Steinkohlen. Die eigentlichen Reductions- oder Zinkdestillationsöfen sind theils viereckig, theils rund. Sie sind so eingerichtet, daß auf dem Heerde 6 oder 8 Tiegel aufgestellt werden können. Die runden Oefen sind den eckigen, wegen der leichteren Arbeit, vorzuziehen. Sie fassen gewöhnlich nur 6 Tiegel, welche auf die Weise auf den Heerd gebracht werden, daß man sie durch eine für jeden Tiegel in der Umfassungsmauer des Ofens ausgesparte, und mit einer verlorenen Mauer verschlossene Oeffnung schiebt, welche sodann wieder vermauert wird. Das Einreißen dieser verlorenen Mauer ist nur dann nothwendig, wenn ein Tiegel schadhaft geworden ist, und gegen einen anderen ausgewechselt werden soll. Die zum Auswechseln bestimmten Tiegel müssen, vor dem Hineinbringen in den Destillirofen, in einem Glühofen abgewärmt, und in Glühhitze gebracht worden seyn. Die Tiegel sind aus sehr feuerfestem Thon angefertigt; bei $4\frac{1}{2}$ Fuß Höhe haben sie unten 14 Zoll, oben 26 Zoll im Durchmesser. Der Heerd des Ofens liegt mit der Hüttensohle in einem Niveau; er ist mit einer möglichst flachen Kappe von feuerfesten Ziegeln überwölbt, in welcher sich die Oeffnungen zum Ableiten des Rauches und der Flamme befinden. Diese Oeffnungen dienen auch zugleich zum Reguliren des Zuges. Man

stellt die Oefen unter einen großen konischen Mantel, der zuweilen auf den Umfassungsmauern des Destillationsofens unmittelbar in die Höhe geführt, zuweilen aber von dem Destillationsofen ganz abgesondert ist, und ihn auch an der Grundfläche mantelartig umgiebt. Im letzten Fall muß der Mantel mit Thüröffnungen versehen seyn, die denen in der Umfassungsmauer des Destillirofens, zum Einsetzen der Tiegel, entsprechen. Der Boden der Tiegel hat in der Mitte eine Oeffnung, aus welcher sich die Zinkdämpfe in die Verdichtungsröhre begeben. Wenn die Tiegel besetzt werden sollen, so verschließt man zuerst die im Boden befindliche Oeffnung, — entweder vermittelst eines in die Oeffnung passenden hölzernen Pfropfens, welcher sich bald verkohlt, und dessen Kohle dann im Laufe des Prozesses das Herausfallen der Beschickung aus dem Tiegel verhindert; oder auch bloß dadurch, daß man die Oeffnung mit Koaks bedeckt. — Das Eintragen der Beschickung in die Tiegel geschieht von oben, durch eine im Deckel des Tiegels befindliche Oeffnung, welche auch noch etwa 2 Stunden nach dem erfolgten Eintragen offen bleibt, bis die sich einstellende blaue Färbung der Flamme anzeigt, daß die Reduction ihren Anfang nimmt. Dann wird die Oeffnung im Tiegeldeckel mit einer Platte aus feuerfestem Thon geschlossen, die aus Eisenblech bestehende Verdichtungsröhre in die untere Bodenöffnung des Tiegels hineingeschoben, und unter die Verdichtungsröhre das zum Aufnehmen des Metalles bestimmte Gefäß gestellt, in welches man zuweilen wohl Wasser gießt, um das Umhersprützen der niederfallenden Zinktropfen zu verhüten. Die untere Mündung der blechernen Fallröhre bleibt aber immer noch 4—6 Zoll vom Wasserspiegel entfernt, und wird niemals durch das Wasser gesperrt. Während der Destillationsperiode besteht das Geschäft des Arbeiters darin, das Feuer zu unterhalten, und die Verdichtungsröhren zu reinigen, die sich zuweilen durch das Zink, wenn es schnell niederströmt, versetzen. Diese Rei-

nigungs- oder Räumarbeit geschieht vermittelst eines winkelrecht gebogenen und rothglühend gemachten eisernen Hakens, dessen rothglühender Schenkel von unten in die Verdichtungsröhre gebracht wird, um die Zinkmassen, welche die Versetzung veranlaßten, zum Schmelzen zu bringen. Das Zink sammelt sich bei der Destillation in tropfenartiger Gestalt und als ein feines Pulver, gemengt mit Zinkoxyd, in den unter den Verdichtungsröhren stehenden Gefäßen, und muß demnächst (in eisernen Kesseln) umgeschmolzen werden. Um die Tiegel nach der Beendigung einer jedesmaligen Destillation auszuleeren, nimmt der Arbeiter die Verdichtungsröhre unter dem Tiegelboden wieder ab, durchstößt die Kohle, mit welcher die Bodenöffnung bedeckt war, vermittelst einer kleinen Brechstange, und läßt den ganzen Inhalt des Tiegels auslaufen. Durch Hin- und Herbewegen des Tiegels von oben, wird die Räumung vollends bewerkstelligt. Soll die Verdichtungsröhre wieder vorgebracht werden, so wird der Kranz mit welchem sie oben versehen ist, und welcher gegen den Tiegelboden gedrückt wird, mit einer Decke von feuchtem Thon belegt, worauf man die Verdichtungsröhre mit ziemlicher Gewalt gegen den Boden des Tiegels stößt, und durch dieses Andrücken die Verbindung bewerkstelligt. Die Masse zu den Tiegeln besteht aus einem Gemenge von gleichen Theilen rohem feuerfestem Thon und von gebranntem Thon, statt dessen man aber auch die Scherben von den nicht mehr brauchbaren Tiegeln anwendet. Im mittleren Durchschnitt hält ein Tiegel in dem Destillationsofen 4 Monate lang aus.

Die Zeichnung Fig. 722. stellt einen Zinkdestillationsofen im horizontalen Durchschnitt über dem Niveau der Hüttensohle nach AB, und zugleich die obere Ansicht des Gewölbes dar, wo a die Oeffnungen im Gewölbe andeuten, welche zum Reguliren des Luftzuges und zum Ableiten des Rauches und der Flamme dienen.

Fig. 721. ist ein senkrechter Durchschnitt des Ofens nach CD, und zugleich eine vordere Ansicht desselben. Der Ofen ist hier mit seiner mantelartigen Esse umgeben, dargestellt. Im Fundament unter der Heerdsohle, welche zugleich die Hüttensohle ist, befinden sich der Rost, der Aschenfall und die Gewölbe, in welchen die Verdichtungsvorrichtungen angebracht sind. a ist die flache Kappe, oder das Gewölbe des Ofens; b der Mantel, oder die Esse; c die ausgesparten Oeffnungen in der Umfassungsmauer und im Mantel des Ofens, welche zum Einsetzen und Herausnehmen der Tiegel, so wie zum Eintragen der Beschickung in die Tiegel dienen. Sie werden, nach erfolgter Besetzung der Tiegel, wieder vermauert, und es bleibt nur oben eine mit einer Thonplatte zugesetzte Oeffnung, die zum Eintragen der Beschickung bestimmt ist. Ist der Mantel von dem Ofen ganz abgesondert, so werden nur die Oeffnungen in der Umfassungsmauer des Ofens wieder geschlossen, aber die korrespondirenden Oeffnungen im Mantel bleiben dann immer geöffnet. d ist das Schürloch. Es befinden sich derselben zwei, an den entgegengesetzten Seiten des Ofens, indem der Rost eben so lang ist, als der Durchmesser des Ofens. Um den Luftzug zu vermeiden, welcher bei zwei Schürlöchern entsteht, müssen sie mit einer Thüre verschlossen seyn. e ist die Verdichtungs-Vorrichtung. f das Gefäß zur Aufnahme des niederfallenden verdichteten Zinkes.

Bei denjenigen Oefen, bei welchen der Mantel nicht unmittelbar mit der Umfassungsmauer der Destillationsöfen verbunden ist, geschieht das Eintragen der Beschickung in die Tiegel durch die Oeffnungen im Ofengewölbe, aus welchen der Rauch und die Flamme abziehen, indem die mit einer verlorenen Mauer geschlossene Oeffnung in der Umfassungsmauer nur gerade so hoch ist, daß ein Tiegel hineingeschoben werden kann.

Fig. 728. zeigt die Verdichtungs-Vorrichtung in einem

größeren Maaßstabe. Die Blechröhre a ist sowohl oben als unten kegelförmig gestaltet. Der obere, kürzere (8 Zoll hohe) Kegel wird in die Bodenöffnung des Tiegels bis zu dem Kranz b hineingeschoben. Die obere Fläche dieses Kranzes wird mit Lehm bedeckt, und gegen den Boden des Tiegels gedrückt, wodurch die Oeffnung im Tiegelboden so fest geschlossen wird, daß die Zinkdämpfe nicht anders als durch die Röhre a entweichen können. Auf den nach unten gekehrten konischen Theil der Röhre a, wird die Fallröhre c geschoben, in welcher die verdichteten Zinkdämpfe niederfallen. Damit die Röhre a bei der Räumarbeit nicht aus ihrer Lage gebracht wird, ist sie noch mit einem Halseisen d und mit Schrauben befestigt, wie aus der Zeichnung deutlicher hervorgeht.

Die Gestalt der Tiegel ist aus der Zeichnung Fig. 727. zu ersehen. Bei manchen Tiegeln fehlt der Ansatz x am Boden, welcher dann eine größere Dicke erhält, damit das Verdichtungsrohr tiefer hineingeschoben werden kann. Der Deckel des Tiegels ist mit einer 8 Zoll im Durchmesser weiten Oeffnung versehen, durch welche die Beschickung eingetragen wird, wie schon oben erwähnt worden ist.

Fig. 732. und 733. stellen eine Zange auf einer Wagenvorrichtung vor, mit welcher die Tiegel fest gehalten, und sowohl im ungebrannten Zustande zu dem Glühofen, als im glühenden Zustande von dem Glühofen zum Destillationsofen transportirt werden.

Nach der Angabe des Herrn Mosselmann sollen die Tiegel in 14 Tagen fünf mal geleert und wieder gefüllt werden, so daß in 14 Tagen fünf Destillationen erfolgen. Bei diesen fünf Destillationen sollen 6—10 Tonnen Galmei und 22—24 Tonnen Steinkohlen verbraucht, und etwa 2 Tonnen Zink dargestellt werden.

C. Die Lütticher Methode. Die Reduction des Zinkoxyds geschieht in thönernen Röhren, welche reihenweise

horizontal neben und über einander liegen. Die Anzahl der Röhren in einer horizontalen Reihe scheint ziemlich gleichgültig; man pflegt den Ofen aber nicht breiter zu machen als nothwendig ist, damit vier Röhren neben einander liegen können. Dagegen wird die Anzahl der über einander liegenden Röhren durch die Heitzkraft der Steinkohlen bedingt. Wendet man Kohlen an, die wenig Flamme geben, so legt man nur 3—4 Reihen von Röhren über einander; bei stärker flammenden Steinkohlen kann man die Zahl der Reihen bis 5, auch wohl bis 6 vermehren. Gewöhnlich wendet man 5 über einander liegende Reihen an, von denen eine jede der vier untersten Reihen 4 Röhren, die oberste fünfte aber nur 2 Röhren enthält, so daß sich 18 Röhren in einem Ofen befinden. Der Ofen hat im Allgemeinen die Gestalt eines viereckigen Schachtofens, bei welchem der Raum in welchem die Röhren liegen, von dem unter demselben befindlichen Rost, durch ein flaches Gewölbe getrennt ist. In dem Gewölbe befinden sich die Zugöffnungen, durch welche der Rauch und die Flamme vom Rost, oder aus dem Feuerungsraum, in die Höhe treten, und die Röhren erhitzen. Ueber den Röhren ist der Schachtraum ebenfalls mit einem flachen Gewölbe geschlossen, in welchem sich Oeffnungen zum Durchlassen der Flamme und der glühenden Luftarten befinden, nachdem diese die Erhitzung der Röhren bewerkstelligt haben. Die Oeffnungen in diesem oberen Gewölbe dienen zugleich zur Regulirung des Luftzuges. Wäre das Gewölbe nicht vorhanden, so würde die Flamme den Schachtraum und die Röhren nicht hinreichend erhitzen können, sondern sogleich ihren Ausgang aus der Esse finden, welche den oberen Theil des Schachtraumes bildet. Man benutzt die aus den Oeffnungen im oberen Gewölbe ausströmende Flamme zuweilen zum Brennen des Galmei, oder auch zum Brennen der Ansetzröhren, mit welchen die zur Destillation bestimmten Röhren versehen seyn müssen. Dann bringt man noch ein

zweites, ebenfalls mit Oeffnungen zum Abziehen der Flamme versehenes Gewölbe an, und bildet dadurch einen Raum zwischen den beiden oberen Gewölben, welcher als Brenn- oder Glühraum dient. Wenn der Rost nicht überwölbt wäre, sondern wenn die Flamme, statt sich durch die Oeffnungen, in dem Gewölbe über dem Rost, drängen zu müssen, unmittelbar an die Röhren treten könnte; so würde sie allerdings eine größere Wirkung äußern, und die Röhren stärker erhitzen können; allein die unterste Röhrenreihe würde durch die Flamme zu stark angegriffen werden, auch würde der, bei einem nicht völlig mit Kohlen bedeckten Rost aufsteigende kältere Luftstrom, sehr leicht das Zerspringen der stark erhitzten Röhren herbeiführen. Die Futtermauern des Ofenschachtes, so wie die sämmtlichen Gewölbe, bestehen aus feuerfesten Ziegeln. Die cylindrischen Röhren ruhen, sowohl an der hinteren als an der vorderen Seite des Ofens, auf feuerfesten Ziegeln, welche man zu diesem Zweck aus der Futtermauer vorspringen läßt. Man theilt den Röhren gewöhnlich eine Länge von 36 Zoll zu, und giebt ihnen eine Weite von 6 Zoll im Lichten. Die Thonstärke, oder die Dicke der Röhren beträgt $1\frac{1}{4}$ Zoll. Ihre Gestalt ist ganz die eines liegenden Cylinders, dessen kreisförmige Basis der Rückwand des Ofenschachtes zugekehrt ist. Der vordere Theil der Röhren ist aber durch eine halbkugelförmige Wölbung, bis auf eine Oeffnung von 2 Zoll im Durchmesser, im Mittelpunkt dieser halbkugelförmigen Wölbung, geschlossen. Mit dieser Oeffnung berühren die Röhren die Vorwand des Ofens. Sie dient zum Eintragen der Beschickung, zur Abführung der sich entwickelnden Zinkdämpfe, und zum Herausnehmen der Rückstände nach beendigter Destillation. Weil jene Oeffnung nur bis an die Vorwand des Ofens reicht, so versieht man sie mit einer thönernen Ansetzröhre, welche in die Oeffnung der Destillationsröhre genau hinein paßt, und welche beim Einstecken äußerlich noch mit Thon

überzogen wird, damit die Zinkdämpfe nicht zwischen den Fugen entweichen können, sondern durch die Ansetzröhre abziehen. Diese Ansetzröhre darf nicht zu weit in die Destillationsröhren hinein ragen, weil dadurch das Ausräumen der Rückstände von der Destillation erschwert werden würde. Sie hat eine Länge von 10 Zoll, indem sie nicht allein durch die Vorwand des Ofens in die Destillationsöfen hinein reichen, sondern auch noch etwa 2 Zoll vor der Vorwand des Ofens hervorstehen muß. Sie ruht vorne, obgleich sie durch die Vorwand des Ofens selbst fest gehalten wird, noch auf einer eisernen Stange, welche in der Vorwand des Ofens befestigt ist, und deren so viele vorhanden sind, als sich Reihen von Destillationsröhren über einander befinden. Ueber den aus der Vorwand hervorragenden Theil der Ansetzröhre, wird zuletzt noch eine 8 Zoll lange Röhre von Eisenblech geschoben, die inwendig mit Lehm ausgestrichen ist, in welcher sich die Zinktropfen sammeln. Die Destillationsröhren liegen fast horizontal, und erhalten nur eine ganz unbedeutende Neigung von hinten nach vorne. Die unterste Reihe leidet am mehrsten durch die Wirkung der aus dem Gewölbe über dem Rost aufsteigenden Flamme, und ist dem Zerspringen vorzüglich ausgesetzt. Die Röhren werden, nachdem sie vollkommen lufttrocken geworden sind, in einem besonderen Brennofen angeglühet.

Die Zeichnung Fig. 739. stellt einen Lütticher Destillationsofen im senkrechten Durchschnitt vor, und zwar von der Rückwand nach der Vorwand des Ofens. Der Rost selbst liegt noch unter der Hüttensohle, allein das Gewölbe über demselben erhebt sich so hoch über die Sohle der Hütte, daß die unterste Röhrenreihe etwa 12 Zoll von der Hüttensohle entfernt ist. Der Aschenfall unter dem Rost steht mit einer kurzen Rösche in Verbindung, welche zugleich zur Luftzuführung dient. Die Zeichnung Fig. 740. stellt eben diesen Ofen in der vorderen Ansicht dar. Die Destillationsröhren a ruhen auf der

Rück- und Vorderseite auf den vorspringenden Ziegeln d und e. Die thönerne Ansetzröhre b wird durch die Vorwand des Ofens in die Oeffnung der Destillationsröhre geschoben, und ruht mit ihrem aus der Vorwand des Ofens hervorragenden Theil auf der geschmiedeten eisernen Stange m. In der Vorwand ist für jede Destillationsröhre ein Raum f von 9 Zoll im Quadrat ausgespart, welcher keinen anderen Zweck hat, als um die Ansetzröhre bequemer mit der Destillationsröhre verbinden, vorzüglich aber um ihn, ohne Beschädigung des übrigen Theils der Vorwand, leicht einschlagen zu können, wenn eine Destillationsröhre herausgenommen, und gegen eine andere ausgewechselt werden soll. c ist die Röhre von Eisenblech, welche über die Ansetzröhre geschoben wird, um die Zinktropfen aufzufangen. g sind die Oeffnungen, oder die Züge in dem Gewölbe über dem Rost, durch welche die Flamme in den Ofen gelangt. Gewöhnlich befinden sich 9 solcher Züge oder Oeffnungen in dem Gewölbe, nämlich 3 auf jeder Seite des Ofens, und 3 in der Mitte des Gewölbes. h sind die Züge in dem Gewölbe über den Destillationsröhren, welches den eigentlichen Destillationsraum oben begränzt. i ist ein zweites Gewölbe über dem vorigen, in welchem sich ebenfalls 9 Zugöffnungen befinden, durch welche der Rauch und die glühende Luft in die Esse k geleitet und abgeführt werden. Die beiden oberen Gewölbe schließen den 15 Zoll hohen Brennraum l ein, zu welchem man durch eine Oeffnung t in der vorderen Wand des Ofens gelangt. Diese Oeffnung t muß während des Betriebes des Ofens immer geschlossen seyn. — Die Zeichnungen Fig. 729—731. stellen die Destillationsröhre, mit der Ansetzröhre und mit der Aufschiebröhre von Eisenblech besonders dar.

Man wendet den Galmei in einem pulverartigen Zustande an. Der vorher calcinirte Galmei wird auf einer Mühle (Fig. 137.) zum feinsten Pulver gemahlen, dann mit kleinen Stein-

kohlen (Staubkohlen) angemengt, das Gemenge etwas mit Wasser angefeuchtet, und in die Destillationsröhren gebracht. Das Eintragen der Beschickung in die Röhren geschieht regelmäßig alle 12 Stunden. Die eisernen aufgeschobenen Röhren c werden dann abgenommen, der Rückstand wird mit einem kleinen Kratzhaken aus der Retorte genommen, die Beschickung durch die thönernen Ansetzröhren b, in die Destillationsröhren gebracht, und die eiserne Röhre wieder aufgeschoben. Das Feuer vom Rost geht dabei nicht ganz ab, allein man bringt während der Zeit des Besetzens der Röhren keine frischen Kohlen auf den Rost, damit die erhitzten Röhren durch die feuchte Beschickung nicht leiden. Deshalb giebt man anfänglich auch nur schwaches Feuer, verstärkt dasselbe aber allmälig bis zum lebhaftesten Rothglühen der Röhren. Schon nach Verlauf von 2 Stunden zeigen sich die ersten Zinktropfen in der eisernen Aufschieberöhre. Diese lassen aber die verdichteten Zinktropfen nicht von selbst fallen, sondern der Schmelzer muß sie, in einem fast schon erstarrten Zustande, mit einem kleinen eisernen Haken herauskratzen. Der Schmelzer ist daher fast unablässig beschäftigt, das Zink aus den verschiedenen Röhren herauszunehmen, zu welchem Zweck er in der einen Hand den eisernen Haken, und in der zweiten einen gegossenen eisernen Tiegel hält, in welchen er das Zink hineinkratzt, und den gefüllten Tiegel dann von Zeit zu Zeit ausleert. Nach Verlauf von 12 Stunden befinden sich die Destillationsröhren in einem fast weißglühenden Zustande, und es entwickeln sich keine Zinkdämpfe mehr, so daß die Reduction beendigt ist. — Die Destillationsröhren werden jedesmal nur zur Hälfte mit der Beschickung angefüllt, indem die obere Hälfte ganz leer bleibt. Wenn eine Röhre so schadhaft geworden ist, daß sie gegen eine andere ausgewechselt werden muß, so muß diese im Glühofen ebenfalls vorher vorsichtig abgewärmt, und bis zum Glühen

erhitzt worden seyn, weil eine kalte Röhre sogleich beim Hineinbringen in den Ofen zerspringen würde.

In einem Ofen mit 18 Röhren können in einem Zeitraum von 12 Stunden etwa 288 Pfund calcinirter Galmei verarbeitet werden, indem man in eine Röhre gewöhnlich nur etwa 16 Pfund Galmei zu bringen pflegt. Von diesem Quanto erfolgen 72—80 Pfund Zink, so daß ein Ofen wöchentlich etwa 10 Centner Zink liefert. Der Verbrauch an Steinkohlen beträgt in 12 Stunden gegen 2000 Pfund.

D. Die Süddeutsche Methode. Man bedient sich dabei der stehenden Röhren, welche reihenweise auf den Heerd eines Flammenofens aufgestellt werden. Zu Dölach, Groß Kirchheim und Lainach in Kärnthen, und später zu Dognaska im Bannat, ward früher Zink aus abgeröstеter Blende, besonders aber aus calcinirtem Galmei auf solche Weise gewonnen. Man wendet das Holz als Brennmaterial an. Die Röhren sind 4 Fuß hoch, oben 5 Zoll und unten 3 Zoll im Lichten weit. Zu Dölach standen 8 Reihen von Röhren, eine jede Reihe aus 18 Röhren bestehend, zusammen also 144 Röhren, neben einander. Zu Dognaska wendete man sogar 256 Röhren an, welche durch die Flamme des seitwärts liegenden Feuerungsraumes erhitzt wurden. Der Heerd des Flammenofens besteht aus Eisenstäben, durch welche eben so viele Reihen gebildet werden, als Reihen von Röhren in dem Ofen aufgestellt werden sollen. Die von den Eisenstäben gebildeten Reihen werden mit viereckigen Heerdsteinen (Roststeinen) ausgefüllt, so daß der Heerd das Ansehen einer Mosaikarbeit erhält. Die Roststeine haben in der Mitte eine, senkrecht durch sie hindurchgehende röhrenförmige Oeffnung, durch welche das reducirte Zink niedertropft. Auf diese Roststeine werden die gefüllten Thonröhren senkrecht aufgestellt, und das Herausfallen der Beschickung wird durch Holzkohle verhindert, mit welcher die untere Mündung der Destillationsröhre verstopft wird.

Oben sind die Röhren mit einem Thondeckel fest verschlossen. Eine jedesmalige Destillation dauert 30—36 Stunden, worauf der Ofen langsam erkalten muß. Ein Theil der Röhren wird für die folgende Operation zwar unbrauchbar, und muß durch andere, vorher schon gebrannte Röhren ersetzt werden; allein der größere Theil kann noch zu den folgenden Destillationen angewendet werden. Die Röhren werden an den Roststeinen mit Thon fest verklebt, damit die Zinkdämpfe keinen anderen Ausweg als den durch die Oeffnung in den Heerdsteinen finden können. Das Verfahren stimmt im Wesentlichen mit der Englischen Methode überein, nur daß statt der großen Tiegel enge Röhren angewendet werden. Den Holzverbrauch bei der Süddeutschen Methode kann man etwa zu 150 Kubikfuß Buchenholz für 100 Pfund Zink annehmen. Der calcinirte Galmei soll 33—36 Prozent Zink gegeben haben.

Die Zeichnungen Fig. 741. und 742. stellen den Dölacher Flammenofen im Grundriß und Profil nach den sich auf einander beziehenden Linien AB und CD so deutlich vor, daß sie, von den Detailzeichnungen Fig. 734—738. begleitet, keiner Erläuterung bedürfen. Die Fig. 734. und 735. zeigen einige nebeneinander stehende Röhren und Roststeine in der Oberansicht und im Höhenprofil, und Fig. 736. stellt ebenfalls einige Roststeine, jedoch ohne Röhren, und auf den eisernen Stäben ruhend, so wie Fig. 737. und 738. einen Roststein in der Ober- und Unteransicht dar.

Das Brennen der Röhren geschieht in dem Ofen selbst, weshalb man bei jedem Brande nur etwa $\frac{2}{3}$ schon gebrannte, und mit der Beschickung angefüllte Röhren, und $\frac{1}{3}$ rohe, ungebrannte Röhren einsetzt. Das Verhältniß der gefüllten zu den rohen und leeren, erst zu brennenden Röhren, hängt ganz davon ab, wie viel Röhren beim Betriebe schadhaft werden, und durch neue gebrannte Röhren ersetzt werden müssen. — Man legt immer zwei Oefen, mit einer gemeinschaftlichen

Mauer, neben einander; oft auch deren vier, welche dann ein Rechteck im Grundriß bilden, indem zwei Oefen eine gemeinschaftliche Längenmauer erhalten, und mit den anderen beiden, eben so verbundenen Oefen, durch eine gemeinschaftliche Seitenmauer vereinigt sind. — Nach beendigtem Brande, d. h. wenn kein Zink mehr niedertropft, muß der Ofen geschlossen werden und auskühlen. Alsdann werden die Röhren sämmtlich aus dem Ofen genommen, die schadhaft gewordenen durch frische, gebrannte Röhren ersetzt, sämmtliche Röhren wieder gefüllt, und dann, nebst den gleichzeitig zu brennenden neuen Thonröhren, von neuem wieder eingesetzt, u. s. f. — Diese Methode der Zinkgewinnung dürfte gegen die anderen im Nachtheil stehen.

Das Produkt der Destillation ist, wegen seiner Formlosigkeit und wegen des Zinkoryds mit welchem es stets verunreinigt ist, zur verkäuflichen Waare noch nicht geeignet, sondern es muß erst umgeschmolzen und in bestimmte Formen gegossen werden. Die fremdartigen Beimengungen, wie Zinkoryd, Thon, Ziegelschutt, Kohle u. s. f. lassen sich beim Schmelzen des Zinkes leicht absondern, weil sie sich auf die Oberfläche des geschmolzenen Metalles begeben, und mit einem Schaumlöffel entfernt werden können, ehe man das Zink in die Formen gießt. Zum Umschmelzen bedient man sich nicht gerne der Thongefäße, weil diese leicht aufreißen. Man wendet daher gegossene eiserne Kessel an, welche zwar durch das Zink angegriffen, aber doch erst nach langer Zeit unbrauchbar gemacht werden. Das Zink nimmt dabei wirklich Eisen auf; auch bildet sich in den Schmelzkesseln eine Rinde von Zink, die sehr strengflüssig ist, obgleich sie nur 4—5 Prozent Eisen enthält. Beim Umschmelzen des Zinks ist es nicht allein sehr gut, sondern sogar nothwendig, daß das noch nicht gereinigte

Zink mit einer dicken Decke von Oxyd versehen wird, weil sich dadurch das Verbrennen des Metalles am besten verhindern läßt. Schon gereinigtes Zink kann man bei einer niedrigeren Temperatur umschmelzen, weshalb es dann der Oxyddecke nicht bedarf. Ueberhaupt ist aber beim Umschmelzen des Zinkes eine zu starke Hitze zu vermeiden, weil dadurch unnöthig ein großer Zinkverbrand entsteht. Weil das Zink noch vor dem Rothglühen flüssig wird, so leisten die Brennmaterialien welche wenig Flamme geben, die besten Dienste bei der Feuerung unter den Kesseln, indem dann eine große Temperaturerhöhung weniger zu befürchten ist. Deshalb hat man in Oberschlesien auch mit dem günstigsten Erfolge angefangen, sich der Cynders zu bedienen, obgleich man, wegen ihrer geringen Entzündbarkeit, für einen starken Luftzug unter dem Rost sorgen muß. — Während des Einschmelzens wird die Masse im Kessel von Zeit zu Zeit umgerührt, um das Niedergehen der ungeschmolzenen Stücken zu befördern. Um die Abkühlung auf der Oberfläche zu verhüten, wird der Kessel, so lange eingeschmolzen wird, mit einem eisernen Deckel bedeckt. Nach dem erfolgten Einschmelzen, wird die Oberfläche mit einem Schaumlöffel gereinigt, und das gereinigte Zink mittelst geschmiedeter eiserner Gießkellen in die gußeisernen Formen gegossen. Wenn Platten gegossen werden sollen, welche zur Blechbereitung bestimmt sind, so darf das Zink weder zu kalt noch zu heiß in die Formen gebracht werden. Eine zu niedrige Temperatur verursacht ein plötzliches, theilweises Erstarren, so daß sich unter dem Walzwerk Schiefer bilden, obgleich sich das Zink, welches bei der niedrigsten Temperatur geschmolzen ist, am dehnbarsten zeigt. Eine zu hohe Temperatur bewirkt ein starkes und ungleichartiges Zusammenziehen des Metalles beim Erstarren, wodurch sich Gruben und Höhlungen bilden, die das Aufreißen der Platten beim Ausstrecken zur Folge haben. Die Form muß daher mit einem ununterbrochenen Guß ganz an-

gefüllt, und die Temperatur des geschmolzenen Zinkes dabei so niedrig gewählt werden, daß die Masse nicht theilweise schon erstarrt, ehe sie ganz mit flüssigem Metall angefüllt ist. Deshalb ist es auch gut, die Formen auf erhitzte eiserne Platten zu stellen, welche durch dasselbe Brennmaterial erhitzt werden, welches zum Umschmelzen des Zinkes in den Kesseln angewendet wird.

Die Zeichnungen Fig. 748. und 749. A und B zeigen die Einrichtung der Zink-Schmelzkessel wie sie auf der Lydognia Zinkhütte in Oberschlesien eingeführt ist, und zwar Fig. 748. im Längendurchschnitt nach der Linie AB, und Fig. 749 A. im Querdurchschnitt nach der Linie CD, so wie Fig. 749 B. im Querdurchschnitt nach der Linie EF des Längendurchschnitts. Auf diesen Zeichnungen ist a der gegossene eiserne Schmelzkessel; b ist der Raum über dem Rost, auf welchem Cynders als Brennmaterial angewendet werden. Es ergiebt sich aus der Zeichnung, daß man die unmittelbare Erhitzung des Kessels durch eine von unten wirkende Flamme vermieden hat, um das eingeschmolzene Zink recht kühl halten zu können. Der Heerd neben dem Kessel, ist mit eisernen Platten belegt, auf welchen die eisernen Gußformen stehen. m ist das Schürloch. c ist eine Schicht von lockerem reinem Sand unter dem Kessel, auf welche das geschmolzene Zink fallen muß, wenn der Kessel durch Zufall einen Riß erhalten sollte, oder durch das flüssige Zink durchbohrt würde. Weil der Sand nach beiden Seiten abfällt, so muß das Zink aus den Oeffnungen d abfließen, und kann dort gesammelt werden. Bei der Schmelzarbeit sind diese Oeffnungen d verschlossen.

Auf der Ockerhütte bei Goslar werden silberhaltige Blei- und Kupfererze verschmolzen, die viel Blende enthalten, welche bei dem Röstprozeß zum großen Theil in Zinkoxyd umgeän-

dert wird. Man sucht einen geringen Theil dieses Zinkgehaltes der gerösteten Erze, bei dem Verschmelzen derselben in Schachtöfen, durch eine besondere Vorrichtung zu gewinnen, während sich der größte Theil des im Ofenschacht reducirten Zinkes in Dämpfen aus der Gicht verflüchtigt, und ein anderer Theil sich an den Ofenwänden als Ofenbruch anlegt. Diese Vorrichtung (dort Zinkstuhl genannt), besteht aus einer Schieferplatte, welche über dem Auge des Ofens auf einer Lehmschicht ruht, und etwa 8—12 Zoll weit durch die Vorwand in den Ofenschacht selbst hinein ragt. Die Schieferplatte ist eben so lang als die ganze Vorwand breit ist. Man giebt ihr im Schacht eine solche Lage, daß der Windstrom aus der Form größtentheils unter ihr wegstreicht, und füllt den Raum zwischen der Schieferplatte und der Vorwand, im Schachtraume, mit kleinen Kohlen aus. Die reducirten Zinkdämpfe ziehen sich in die lockere Kohlenmasse hinein, wo sie vom Windstrom nicht ergriffen werden, und daher regulinisch bleiben, so daß sich das ganze Kohlennest mit reducirtem Zink anfüllt. Nach einigen Tagen macht man über der Schieferplatte in der Vorwand eine Oeffnung, und läßt das Zink ausfließen, verschließt dann die Oeffnung wieder, nachdem man den Raum zwischen der Vorwand und der Schieferplatte im Schacht, wieder mit frischen kleinen Kohlen ausgefüllt hat. Weil die Schieferplatte mit einem Ansteigen in den Schacht hinein geschoben ist, so hält sie nicht allein die kleinen Kohlen zusammen, sondern sie schützt dieselben und das reducirte Zink auch gegen den unter ihr fortstreichenden Windstrom, und bewirkt zugleich, daß das flüssige Zink beim Abstechen, wie auf einer schiefen Ebene, rein aus dem Kohlennest abläuft.

Die Verarbeitung des Zinks zu Blechen. Es ist schon erwähnt, daß das nicht vollkommen reine Zink nur

in einer bestimmten Temperatur, nämlich vom Siedepunkt des Wassers bis höchstens zum 150sten Grade des hunderttheiligen Thermometers, einen so großen Grad der Dehnbarkeit zeigt, daß es unter den Hämmern und Walzen ausgestreckt werden kann. Die zum Ausstrecken bestimmten Platten müssen, wenn sie bei einer zu hohen Temperatur gegossen worden sind, und wenn sie Höhlungen oder auch nur Einsenkungen auf der Oberfläche erhalten haben, wieder umgeschmolzen, und bei einer möglichst niedrigen Temperatur in die Formen gegossen werden. Eine nicht minder große Vorsicht ist beim Anwärmen der Platten zu beobachten. Es scheint daß eine Temperatur von 120 Gr. Cels. diejenige ist, in welcher das Zink die größte Dehnbarkeit zeigt. Die Vorrichtungen zum Wärmen müssen daher so getroffen werden, daß dieser Grad der Temperatur nicht überschritten wird, oder daß die stärker erhitzten Platten bis zu diesem Wärmegrade wieder erkalten, ehe sie unter die Walzen gebracht werden. Der große Unterschied welcher in der Geschmeidigkeit und Biegsamkeit der Zinkbleche gefunden wird, rührt fast allein nur daher, daß die spröderen Bleche in einer zu hohen Temperatur unter den Walzen ausgestreckt worden sind. Man hat daher den Vorschlag gemacht, das Zink in einem Fluido zu erwärmen, dessen Siedepunkt derjenigen Temperatur nahe kommt, in welcher das Zink seine größte Geschmeidigkeit zeigt. Es würde dann durchaus nicht zu befürchten seyn, daß das Zink eine zu hohe Temperatur erhält, weil der Siedepunkt unveränderlich ist, wenn auch die Feuerung übertrieben wird. Ein solches Fluidum muß die Eigenschaft besitzen, das Zink nicht, wenigstens nicht in der kurzen Zeit die zur Erhitzung erforderlich ist, anzugreifen. Eine gesättigte Kochsalzauflösung siedet zwischen 109 und 110 Grad Cels. Eine gesättigte Auflösung von salzsaurem Kalk hat einen noch etwas höheren Siedepunkt. Beide Flüssigkeiten wirken nicht augenblicklich auf das Zink, und man würde sich derselben da-

her bedienen können, wenn man Ursache hat zu befürchten, daß das Zink in den Wärmeöfen zu stark erhitzt wird. Allerdings ist es nicht leicht, in den gewöhnlichen Wärmeöfen, in welchen das Zink durch erhitzte Luft erwärmt wird, eine zu hohe Erwärmung zu vermeiden, und dadurch Bleche darzustellen, deren Geschmeidigkeit sehr mittelmäßig ist. Einen Wärmeofen wie er in Oberschlesien beim Walzen des Zinks angewendet wird, stellen die Zeichnungen Fig. 745. im Grundriß, Fig. 744. im Längendurchschnitt, Fig. 747. im Querdurchschnitt, Fig. 743. in der vorderen Ansicht, und Fig. 746. in der Seitenansicht dar. Es bezeichnen auf diesen Zeichnungen: a Die eisernen Tragebalken zur Unterstützung der eisernen Platte b, auf welcher die Zinkplatten ruhen, welche zum ersten mal durch die Walzen geführt werden sollen. c sind gegossene eiserne Einfassungen der verschiedenen Oeffnungen des Ofens. d der Fuchs, durch welchen der Rauch und die heiße Luft von den verbrennenden Steinkohlen in die Esse geführt werden. e Thürangeln zur Anbringung der die untere Oeffnung verschließenden beiden Thürflügel. f gegossene eiserne Stäbe, welche die Platte g tragen, auf welcher die noch nicht fertigen Zinkbleche, ehe sie wieder unter die Walzen kommen, gewärmt werden. h Schiebethüre zum Verschließen des oberen Wärmeraums. i Ein mit einer eisernen Platte belegter Vorbau, auf welchem die Temperatur der gewärmten Platten und der noch nicht fertigen Bleche untersucht wird. k Das Schürloch mit dem Rost und Aschenfall. — Die Anwendung dieses Ofens erfordert jedoch eine sehr genaue Kenntniß von seiner Wirkung, weil man leicht in Gefahr geräth, das Zink zu stark zu erhitzen.

Von der Messingbereitung.

Das Messing gehört zu den ältesten und am längsten bekannten Metall-Legirungen. Ob man dies Metallgemisch

vielleicht noch früher gekannt und angewendet hat, als die Legirung des Kupfers mit Zinn, ist wohl kaum auszumitteln. Für die technische Anwendung in den Gewerben, hat aber die Legirung des Kupfers mit Zink, eine weit größere Wichtigkeit und Ausdehnung erhalten, als die Legirungen des Kupfers mit Zinn. Zink und Kupfer verbinden sich in allen Verhältnissen sehr innig und vollkommen mit einander. Man bereitet Legirungen aus Kupfer- und Zink in sehr verschiedenen Verhältnissen beider Metalle zu einander. Unter diesen Legirungen hat aber das Messing jetzt die allgemeinste Anwendung gefunden, und die Bereitung und Verarbeitung desselben ist in manchen Staaten ein wichtiger Zweig der National-Industrie. Das Verhältniß des Zinkes zum Kupfer im Messing ist kein unabänderliches und fest bestimmtes, sondern der Zinkgehalt des Messings differirt bei den verschiedenen Messingarten oft um 6 Prozente und darüber. Zu manchen Arbeiten verlangt man Messing mit einem größeren, zu anderen Arbeiten aber Messing mit einem geringeren Zinkgehalt, weshalb man auch die Verhältnisse beider Metalle bei der Messingbereitung oft absichtlich abändert. Der mittlere Durchschnittsgehalt des Zinkes von 30 Prozent, wird daher zuweilen überschritten, zuweilen steigt er nicht ganz so hoch. Im Allgemeinen erhält das Messing durch einen geringeren Zinkgehalt eine dunklere röthlichgelbe Farbe, und durch einen größeren Zinkgehalt eine lichtere gelbliche Färbung. Das Zink vermehrt keinesweges die Geschmeidigkeit und die Festigkeit des Kupfers, sondern vermindert dieselben vielmehr; allein in der gewöhnlichen Temperatur ist dieser Verlust an Geschmeidigkeit und Festigkeit sehr unbedeutend. Nur das unreine Kupfer, welches in allen Temperaturen einen geringen Grad von Festigkeit und Geschmeidigkeit zeigt, und sich daher oft nicht einmal verarbeiten läßt, wird durch die Legirung mit Zink, in der gewöhnlichen Temperatur, ungemein viel dehnbarer und geschmeidiger, so daß es

sich zu Blechen ausbreiten, zu Dräthen ausziehen, austiefen, biegen und falzen läßt. Das specifische Gewicht des Messings ist größer, als das mittlere specifische Gewicht der dazu angewendeten Metalle. Alles Messing, auch dasjenige, welches in der gewöhnlichen Temperatur einen außerordentlich hohen Grad von Dehnbarkeit und Geschmeidigkeit zeigt, wird in der erhöheten Temperatur brüchig und spröde. Das Messing läßt sich daher nur in der gewöhnlichen Temperatur bearbeiten. Je weniger es mit anderen Metallen verunreinigt ist, desto länger hält es die Bearbeitung unter den Hämmern, Walzen und beim Austiefen aus, ohne diejenige Sprödigkeit anzunehmen, welche eine Folge des Ausstreckens bei allen Metallen ist. Diese Sprödigkeit läßt sich nur dadurch heben, daß das theilweise bearbeitete Messing in der Rothglühhitze ausgeglühet, und nach dem erfolgten Erkalten weiter bearbeitet wird, bis es dadurch wieder einen solchen Grad von Sprödigkeit angenommen hat, daß ein neues Ausglühen nothwendig wird. Das Ausglühen muß daher 3, 4 und mehrere male wiederholt werden. Zum Ausglühen bedient man sich zuweilen nur offener Heerde, zweckmäßiger aber besonderer Glühöfen, in welchen die weiter zu bearbeitenden Messingwaaren durch die Flamme des Brennmaterials in eine starke Rothglühhitze versetzt werden. Am vortheilhaftesten sind diejenigen Oefen eingerichtet, bei welchen der Glühraum und der Heitzraum unter einem und demselben Gewölbe liegen, und bei welchen zwei Heitzräume angebracht sind, so daß das auszuglühende Messing von beiden Seiten gleichmäßig erhitzt werden kann. Es gereicht dabei zu einer großen Erleichterung für die Arbeiter, und zu einer bedeutenden Zeitersparung, wenn das auszuglühende Messing auf ein eisernes Wagengestell gelegt, und mit dem Wagen in den Glühraum geschoben wird. Nach erfolgtem Ausglühen wird der beladene Wagen wieder aus dem Ofen gezogen, wobei es vortheilhaft ist, solche Einrichtungen zu treffen, daß das Mes-

sing sehr langsam erkaltet. Auf der Sohle des Glühraums legt man eiserne Straßenschienen, auf welchen die Räder des Wagengestelles leicht hin und her bewegt werden können. Eine solche Einrichtung hat der Glühofen, welcher in den Zeichnungen Fig. 756. im Längendurchschnitt nach der Linie AB, Fig. 757. im Grundriß nach CD, Fig. 758. in der Vorderansicht, und Fig. 759. und 760. als Durchschnitt nach EF und GH des Grundrisses vorgestellt ist.

Erst seit dem Anfange des zweiten Decennii dieses Jahrhunderts hat man angefangen, die Messingbereitung im Großen durch unmittelbares Zusammenschmelzen des Kupfers mit Zink statt finden zu lassen. Früher ward alles Messing auf die Weise dargestellt, daß man das Kupfer in Tiegeln mit Zinkdämpfen cementirte, welche sich bei der Reduction des Zinkoxyds aus Galmei oder Ofenbruch entwickelten. Dies Verfahren findet auch jetzt noch auf manchen Messingwerken statt, aber die wohlfeilen Preise des Zinks werden dasselbe immer mehr beschränken. Fast überall wo Messing aus Kupfer und Galmei (oder Ofenbrüchen, oder abgeröſteter Blende) bereitet ward, und noch bereitet wird, befolgt man eine und dieselbe Methode, indem nur in der Wahl der Beschickung und des Brennmaterials kleine und unwesentliche Abweichungen statt finden.

Will man gutes und möglichst dehnbares Messing darstellen, so läßt sich ein solches nur aus reinen Metallen erhalten. Kupfer, welches keine anderen Fehler hat, als daß es durch eine Beimengung von Kupferoxydul einen geringen Grad von Geschmeidigkeit besitzt, ist ein vortreffliches Material zu Messing, weil das Oxydul bei der Messingbereitung reducirt wird. Deshalb läßt sich auch dasjenige Kupfer, welches die sogenannte Hammergaare noch nicht erhalten hat, oder Kupfer welches durch den aufgenommenen Oxydulgehalt in der Gaare wieder zurück gegangen, d. h. wieder weniger geschmei-

dig geworden ist, zu Messing eben so gut wie das reinste und beste Kupfer benutzen. Aber dasjenige Kupfer welches mit fremden Bestandtheilen verunreinigt ist, wird immer nur Messing von geringer, oder von mittlerer Güte liefern. Ein geringer Bleigehalt scheint zwar nicht besonders nachtheilig zu seyn, allein er vermindert immer die Geschmeidigkeit des Messings, und giebt zu unansehnlichen Stellen bei polirten Messingarbeiten Anlaß. Ein Bleigehalt von $\frac{3}{4}$ Prozent wirkt schon sehr nachtheilig auf das äußere Ansehen des Messings, und vermindert die Dehnbarkeit wenigstens bis zu solchem Grade, daß das Messing zu den feinsten Dräthen und zu den feinsten ausgetieften Arbeiten nicht mehr anwendbar ist. Ein Eisengehalt ist vorzüglich nachtheilig, wenn das Messing zu Bouffolen u. s. f. verarbeitet wird. Kupfer mit einem großen Eisengehalt ist ganz unanwendbar, auch für gewöhnliche Messingarbeiten, und muß daher vorher gereinigt werden. Antimon und Arsenik vermindern ebenfalls die Dehnbarkeit des Messings, so wie überhaupt, — vielleicht mit Ausnahme des Silbers, — kein Metall bekannt ist, durch dessen Beimengung, wenn auch in sehr geringen Verhältnissen, die Dehnbarkeit des Messings nicht vermindert würde. Der Einfluß des Kadmium auf die Dehnbarkeit des Messings ist noch nicht bekannt. Obgleich sich also aus Kupfer welches nicht ganz von fremdartigen Beimischungen befreit ist, zwar Messing bereiten läßt, welches den Anforderungen für gewöhnliche Messingarbeiten ganz gut entspricht; so wird man doch darauf verzichten müssen, Messing von dem höchsten Grade der Dehnbarkeit darzustellen, wenn man dazu nicht vollkommen gereinigtes Kupfer anwendet.

Wird das Messing nicht durch unmittelbares Zusammenschmelzen von Kupfer und Zink dargestellt, so muß der Galmei, wenn man sich desselben bedient, von allen Bleierztheilen, die ihn häufig begleiten, durch eine sorgfältige Klaubar-

heit befreit werden. Wendet man Ofenbrüche an, so kann man nur dann gutes Messing erwarten, wenn die Ofenbrüche, welches jedoch selten der Fall seyn wird, kein Blei oder Bleioxyd enthalten. Die Ofenbrüche eignen sich daher wenig zur Messingbereitung, obgleich sie ein vortrefliches Material für die Darstellung des Zinkes sind, wenn dieses zu Blechen verarbeitet werden soll. — Setzt man das Messing aus Kupfer und Zink unmittelbar zusammen, so sollte man niemals Zink anwenden, welches aus Ofenbrüchen oder aus Zinkerzen destillirt ist, die mit Bleioxyd verunreinigt sind.

Das Kupfer pflegt man bei der Messingbereitung im granulirten Zustande anzuwenden, wenn man sich des Galmei bedient. Durch das Granuliren erhält das Kupfer die möglichst größte Oberfläche, wodurch die Verbindung desselben mit den sich entwickelnden Zinkdämpfen erleichtert wird. Der Galmei (oder der Ofenbruch) wird, nach dem Calciniren, zu dem feinsten Pulver zerstampft, gemahlen und gesiebt. Es scheint indeß daß diese feine mechanische Zertheilung mehr auf Vorurtheilen beruht, als daß dadurch wirklich ein Vortheil erlangt würde. Galmei in der Größe einer Linse oder Erbse zerkleinert, reducirt sich leichter, und man hat den Verlust durch Verstauben ungleich weniger zu befürchten. — Auch das Granuliren des Kupfers, welches bei der Messingbereitung aus Galmei recht vortheilhaft ist, hat man, beim Messingschmelzen aus Kupfer und Zink, nicht mehr nöthig gefunden, indem sich Kupfer in Stücken von der Größe einiger Kubikzolle, recht gut anwenden läßt, wenn die Beschickung in den Tiegeln nur eine gehörige Decke von Kohlenstaub erhält.

1) Messingbereitung aus Galmei. Man bedient sich dazu solcher Oefen, in welchen 7,8 oder 9 Tiegel gleichzeitig eingesetzt werden können. Als Brennmaterial wendet man entweder Holzkohlen, oder Steinkohlen an. Die Tiegel stehen auf einer rostartigen Unterlage, und sind überall mit

dem Brennmaterial umgeben, welches nachgefüllt werden muß, wenn es bis auf die Tiegelränder niedergebrannt ist. Ein Brand dauert gewöhnlich 12 Stunden. Bei der Anwendung von Steinkohlen, läßt man diese erst im Ofen abflammen, ehe man die obere Mündung desselben (die Krone) mit dem Dekkel (Janken) theilweise verschließt. Die Beschickung, oder das Gemenge von Kupfergranalien, gemahlenem Galmei und Kohlenstaub, feuchtet man auf den mehrsten Messingwerken mit Wasser an, um ein vollständigeres Gemenge zu erhalten. Dies Verfahren ist wenig zu loben. Die Beschickung wird auf die Anzahl der vorhandenen Tiegel vertheilt, und das geschmolzene Messing aus den sämmtlichen Tiegeln in einem Tiegel (in dem sogenannten Gießer) zusammen gegossen. Die Quantität der Beschickung richtet sich nach der Größe der Tiegel und der Oefen. Weil die Beschickung ein großes Volumen einnimmt, so geben alle 7 oder 8 Tiegel oft nicht so viel Messing als zu dem Guß einer großen Messingplatte (Tafelmessing) erforderlich ist. Daher hat man auf vielen Messinghütten die Einrichtung getroffen, das bei dem ersten Guß erhaltene Messing in bestimmten Verhältnissen zu der Beschickung bei einem zweiten Schmelzen wieder mit anzuwenden. Man nennt das vom ersten Schmelzen erhaltene Messing: Arco (auch Rohmessing, Mengepresse, Stückmessing). Das Arco gießt man entweder in Formen und zerschlägt es, ehe es vollständig erkaltet ist; oder man leert den Gießer auch in einer erwärmten Sandgrube (Mundal, Monthal) aus, welche sich in der Nähe des Ofens befindet, und zerkleinert die noch nicht ganz erkaltete Masse, um sie bei dem folgenden Schmelzen in den Tiegeln vertheilen zu können. Das Arcoschmelzen ist ein sehr unvortheilhaftes Verfahren, weil die Schmelzkosten unnöthig dadurch vergrößert werden. Man rechnet indeß darauf, daß das Arco beim Schmelzen des Tafelmessings nur gelegentlich wieder mit verschmolzen wird, und daß es keine besonderen Schmelzkosten

veranlaßt; auch soll das Arco oft durch das Umschmelzen beim Tafelguß noch mehr Zink aufnehmen (einen größeren Zuwachs erhalten). Endlich glaubt man, durch ein besonderes Arco- und Tafelmessingschmelzen ein besseres Produkt zu erhalten. Alle diese Gründe sind indeß in der Wirklichkeit nicht vorhanden, und der wahre Grund des Arcoschmelzens liegt nur darin, daß die Tiegel nicht geräumig genug sind, um so viel Beschickung zu fassen, daß ein vollständiger Tafelmessingguß geschehen kann. Das Arcoschmelzen fällt daher auch dann ganz weg, wenn zufällig viele Abgänge von den Messingarbeiten zu verschmelzen sind, oder wenn man Gelegenheit hat, altes Messing anzukaufen und umzuschmelzen. Beim Guß zu Tafelmessing wird der Inhalt aus allen Tiegeln ebenfalls in dem Gießer zusammengegossen, das flüssige Metall in dem Tiegel mit einem eisernen Rührstabe (Kaliol) umgerührt, die Oberfläche gereinigt, und alles nicht metallische abgezogen (mundirt), worauf man den Inhalt des Tiegels in die dazu bestimmte Form gießt. Der Guß in eisernen Formen hat bis jetzt bei dünnen Platten nicht gelingen wollen, sondern man gießt die Tafeln (Pressen) zwischen Steine von Granit, welche einen Ueberzug aus Thon und Kuhmist erhalten, und vor dem Guß gut abgewärmt werden. Eine sehr gewöhnliche Beschikkung zu Arco ist das Verhältniß von 40 Pfund Kupfer, 65 Pfund Galmei und 25 Pfund Kohlenstaub, woraus 54 Pfund Arco erhalten werden. Oder von 55 Pfund Kupfer, 82½ Pfund Galmei und dem nöthigen Kohlenstaub, woraus 77 Pfund Arco erfolgen. Beim Tafelmessingschmelzen 48 Pfund Kupfer, 48 Pfund Arco oder altes Messing und Messingabfälle und 72 Pfund Galmei mit der erforderlichen Menge Kohlenstaub, woraus man 116½ Pfund Messing erhält. Nach der Beschaffenheit des Galmei und nach der Farbe und den Eigenschaften welche das Messing erhalten soll, lassen sich diese Verhältnisse vielfach abändern. Auch wendet man (sowohl

beim Arcoschmelzen als beim Tafelguß) einen Zusatz von regulinischem Zink an, indem man nicht so viel Galmei als sonst gewöhnlich zur Beschickung nimmt, sondern sie durch eine verhältnißmäßige Menge Zink ersetzt. Diesen Zinkzusatz giebt man erst, wenn das geschmolzene Messing in dem Gießer zusammen gegossen ist, indem man das Zink hinzufügt, und das Metall mit dem Kaliol umrührt. Sehr gewöhnliche Beschikkungen dieser Art sind, beim Arcoschmelzen: 120 Pfund Kupfer, 55 Galmei und sodann 45 Zink, woraus 180 Pfund Arco gewonnen werden. Beim Tafelmessingguß: 40 Pfund Kupfer, 120 Arco, 50 Galmei, und demnächst 10 Pfund Zink, wenn das Messing zu Drath bestimmt ist, oder nur 6 Pfund Zink, wenn das Messing zu Messingblechen (Latun) verarbeitet werden soll, woraus im ersten Fall 182, und im letzten Fall 178 Pfund Tafelmessing erhalten werden.

Wenn die Schmelztiegel aus gutem feuerfestem Thon angefertigt sind, und unmittelbar nach dem Ausgießen wieder in den Ofen gestellt werden, damit sie vor dem neuen Besetzen, oder vor dem Eintragen der neuen Beschickung, nicht zu lange in der niedrigen Temperatur bleiben, so können sie mehrere Schmelzungen aushalten. Es müssen daher alle Vorkehrungen so getroffen seyn, daß sie unmittelbar nach dem Ausgießen von neuem mit Beschickung angefüllt, und in den Ofen gebracht werden können.

Die Zeichnung Fig. 750. zeigt die gewöhnliche Einrichtung eines Messingbrennofens zu 8 Tiegeln, im senkrechten Durchschnitt, nach der Linie CD des Horizontaldurchschnitts in Fig. 751., welche sich wieder auf die Linie EF des vertikalen Profils bezieht. Den Messingbrennöfen giebt man immer eine solche Lage, daß die Krone a, a, oder die obere Mündung des Ofens, in einem Niveau mit der Hüttensohle liegt, weil die Tiegel mit Zangen ausgehoben und eingesetzt werden müssen, welches bei jeder anderen Lage der Krone sehr be-

schwerlich seyn würde. Um die Mündung bei dem Einsetzen und Ausheben der Tiegel nicht zu beschädigen, muß dieselbe mit einem Kranz von Gußeisen eingefaßt seyn, der den Arbeitern, besonders beim Ausziehen der glühendheißen Tiegel, zugleich als Unterlage für die Zangen dient. Der Ofen selbst hat ganz die Gestalt eines Backofens, dessen Heerd aus einer Rostplatte besteht, unter welcher sich der Aschenfall befindet, durch welchen zugleich die Luft an das Brennmaterial im Ofen tritt. In der Zeichnung ist b der Aschenfall, und c die gegossene eiserne Rostplatte, welche in der Zeichnung Fig. 752 A. noch besonders dargestellt ist. Diese Rostplatte ist mit 11 Löchern d versehen, durch welche die Luft in den Ofen geführt wird, und die Asche in den Aschenfall gelangt. Auf diese Rostplatte wird der eigentliche Brennheerd e,e geschlagen, in welchem sich ebenfalls 11 Zuglöcher f befinden, die mit den Oeffnungen d in der Rostplatte korrespondiren. Die Zugöffnungen in der Rostplatte, folglich auch in der Lehmsohle, sind so gewählt, daß die symmetrisch in dem Ofen aufzustellenden 8 Tiegel jene Löcher nicht bedecken, und daß auch alle Tiegel durch die verbrennenden Kohlen gleich stark erhitzt werden können. Die Umfassungsmauer g des Ofens besteht aus feuerfesten Ziegeln. Den Raum zwischen dem Ofen und der äußeren Mauer i, welche oft zweien oder dreien Oefen gemeinschaftlich angehört, füllt man mit Sand aus; h ist diese Sandfüllung. Die Messingbrennöfen stehen gewöhnlich unter einer kegelartigen Schlotte, oder unter einem essenartigen Gewölbe, weil der Rauch und die Flamme keinen anderen Abzug haben, als durch die Krone a. Diese bedeckt man mehr oder weniger, je nachdem der Zug verstärkt oder vermindert werden soll, mit einem Deckel von Thon, der mit einem eisernen Ringe eingefaßt, und in der Mitte noch mit einem kleinen Spähloch versehen ist. Die Zeichnung Fig. 752 B. stellt einen solchen Deckel (Janken) vor.

Ein sehr zweckmäßig eingerichteter Messingbrennofen ist durch Herrn Rath auf dem Messinghüttenwerke zu Hegermühle erbaut worden. Bei diesem Ofen werden die Tiegel nicht mit Kohlen umgeben, sondern sie erhalten die Schmelzhitze durch die Flamme des von dem Rost aufsteigenden Brennmaterials, wozu man in Hegermühle Steinkohlen anwendet. Die Zeichnung Fig. 753. ist der Horizontaldurchschnitt des Ofens nach der Linie EF der beiden senkrechten Profile Fig. 754. und 755., von denen sich das erste auf die Linie AB, und das zweite auf die Linie CD des Horizontaldurchschnittes bezieht. Die 7 Tiegel stehen auf der gurtförmigen Mauerung a, und der achte in der Mitte auf dem Schlußstein b, dessen Horizontaldurchschnitt ein regelmäßiges Siebeneck bildet. Die Widerlage für die 7 Gurte ist auf der einen Seite der Schlußstein, und auf der anderen Seite die Ofenwand selbst. Zum Schlußstein und zur Gurtmauer werden sehr feuerfeste Ziegel erfordert. Zwischen den 7 Gurten befinden sich eben so viele Zwischenräume, durch welche die Flamme vom Rost in die Höhe steigt, und den Tiegeln die Schmelzhitze ertheilt; c ist das Schürloch. Unter den Roststäben befindet sich ein gegossener eiserner Rahmen d, in welchem sich ein gleichfalls gegossener eiserner Schieber e bewegt. Dieser Schieber dient dazu, den Zutritt der Luft unter den Rost ganz abzusperren, wenn die Tiegel eingesetzt, oder ausgehoben werden sollen; f ist eine geneigte Fläche unter dem Rost, auf welcher die zwischen den Roststäben durchfallenden glühenden Cynders in das Gewölbe g hinabgleiten, um die unter den Rost tretende Luft weniger zu erhitzen. Diese Oefen haben vor den gewöhnlichen Messingbrennöfen den wesentlichen Vortheil, daß sie niedriger seyn können, wodurch das Ausheben der gefüllten Tiegel ungemein erleichtert wird. Die Entfernung des Rostes von der Gurtmauerung auf welcher die Tiegel stehen, richtet sich ganz nach der Beschaffenheit des Brennmaterials. Giebt dieses viel

Flamme, so muß der Rost tiefer liegen als bei einem Brennmaterial, welches nur wenig Flamme entwickelt.

2) **Messingbereitung aus Zink.** Man hat mehrere Verfahrungsarten um die Legirung beider Metalle zu bewerkstelligen. Die einfachste besteht in der Anwendung der gewöhnlichen Tiegel und der gewöhnlichen Messingbrennöfen. Beide Metalle werden mit einander geschichtet eingetragen, und erhalten eine starke Decke von Kohlenstaub. Die Messingabgänge und das etwa einzuschmelzende alte Messing werden in den durch die Umstände herbeigeführten Verhältnissen immer wieder mit verschmolzen. Kupfer und Zink können in Stükken von der Größe mehrerer Kubikzolle angewendet werden. Von einem Arcoschmelzen ist bei diesem Verfahren nicht die Rede.

Man bedient sich aber auch der gewöhnlichen Tiegelöfen, wie sie etwa zum Umschmelzen des Roheisens, oder zum Gußstahlschmelzen angewendet werden. Dies Verfahren ist jedoch nicht so vortheilhaft. Eben so ist es auch vorzuziehen, beide Metalle gleichzeitig einzusetzen, und mit einer Kohlendecke zu versehen, als zuerst das Kupfer einzuschmelzen, und in das geschmolzene Kupfer das Zink zu bringen; theils weil sich dann Explosionen fast niemals vermeiden lassen, theils weil die Verbindung beider Metalle nicht so vollkommen gleichartig erfolgt, als wenn sie mit einander zusammengeschmolzen werden. Aus demselben Grunde schmelzt man auch nicht mehr das Kupfer in einer Heerdgrube vor dem Gebläse ein, und bringt dann das Zink hinzu, obgleich es scheinen mögte, daß dies die einfachste und wohlfeilste Methode wäre, das Messing in großen Quantitäten zu bereiten.

Wenn das zur Messingbereitung anzuwendende Kupfer nicht rein ist, so schmelzt man es, — oft zu wiederholten malen, — in einem Schachtofen mit Kohlen geschichtet nieder, läßt es zuletzt in die Tiegel laufen, welche jedoch nur theilweise damit angefüllt werden, bestimmt das Gewicht des in

die Tiegel gebrachten Kupfers durch eine Waage (nachdem vorher das Gewicht des Tiegels ausgemittelt ist), stellt die mit Kupfer gefüllten Tiegel in einen Tiegelofen, giebt den Zusatz von Zink, welches vorher stark angewärmt worden ist, und läßt den Tiegel etwa 5—8 Minuten lang in der Schmelzhitze stehen, worauf er dann ausgehoben, mundirt und ausgegossen werden kann. Dies Verfahren ist jedoch nur dann anzurathen, wenn keine Gelegenheit vorhanden ist, das Kupfer durch Schmelzen auf dem Heerde eines Flammenofens zu reinigen.

Literatur.

Nachrichten über die Zinkhütte bei Döllach. Annalen der Physik, von Gilbert. XX. 252. — Beschreibung des Verfahrens bei der Zinkbereitung in Oberschlesien; von Freytag. Archiv für Bergbau und Hüttenwesen II. 66. — Die zweckmäßigste Zinkbereitung bei Steinkohlenfeuerung. Von Hollunder. Dresden, 1822. — Die Zinkfabrikation zu Lüttich und zu Stollberg bei Achen; von Hollunder; in dessen Tagebuch einer metallurgisch-technologischen Reise. Nürnberg, 1824. S. 335. 345. — Beschreibung der Zinkhütte zu Döslach; ebendaselbst S. 373. — Die Zinkbereitung zu Dognaczka in Siebenbürgen; von Martini; in der Zeitschrift: Hesperus. Jahrgang 1823. S. 479. — Ueber die Verarbeitung der Zinkerze in England; von Mosselmann; Archiv für Bergbau und Hüttenwesen XIII. 357, und Ann. des mines X. 485. — Mémoire sur l'extraction du zinc, contenu dans la blende de Davos, canton de Grisons; par de Villeneuve. Ann. des mines. Deux. Ser. 1828. IV. 103. — Ueber die Messingbereitung durch Anwendung von Blende, Ofenbruch und metallischen Zink, und über den Einfluß des Bleies auf die Beschaffenheit des Messings. Von P. Berthier. Archiv für Bergbau und Hüttenwesen III. 227, und Ann. des mines III. 345. 461. — Ueber das Messingwerk zu Fahrafeld, von Hollunder; in dessen Tagebuch einer metallurgisch-technologischen Reise. S. 82. — Ueber das Messingwerk zu Hegermühle; ebendas. 216. — Messingwerk bei Iserlohe; ebend. 278. — Messingwerke zu Stollberg; ebend. 315. 318. — W. A. Lampadius, Supplemente zum Handbuch der allgemeinen Hüttenkunde I. 154. II. 221.

Wismuth.

Das Wismuth (Aschblei) ist ein nicht häufig vorkommendes Metall, von welchem jedoch auch nur eine beschränkte Anwendung bei den Gewerben gemacht wird, weil die Eigenschaften desselben zu einer ausgedehnteren Benutzung nicht auffordern. Die technische Anwendung dieses Metalles beschränkt sich fast allein nur auf die Anfertigung einer weißen Farbe (Schminkweiß, Perlweiß, welches ein basisches salpetersaures Wismuthoxyd ist), und auf die Darstellung von sehr leichtflüssigen Metallgemischen, deren man sich zu Löthungen, zu Abgüssen, oder zu anderen Zwecken bedient.

Das im Handel vorkommende Wismuth ist kein ganz reines, sondern ein mit Arsenik, Schwefel, und zuweilen auch mit Antimon verunreinigtes Metall. Um es rein zu erhalten, muß es in Salpetersäure aufgelößt, die Auflösung durch Wasser zersetzt, und der Niederschlag mit einem Zusatz von schwarzem Fluß, in einem leicht bedeckten Tiegel, bei einer mäßigen Glühhitze, reducirt werden. Der erhaltene Metallkönig ist indeß von Antimon nicht ganz frei, wenn das Wismuth mit diesem Metall verunreinigt war. Herr Chaudet hat ein anderes Verfahren angegeben, das Wismuth zu reinigen. Es besteht darin, das Metall auf einer Kapelle zu oxydiren, und

das Oxyd in die Kapellenmasse einziehen zu lassen, welche sodann zerpulvert, und mit 2 Theilen schwarzem Fluß im Tiegel in einer niedrigen Rothglühhitze reducirt wird. Zu dem gewöhnlichen Gebrauch des Wismuth ist diese Reinigung nicht nöthig, indem das Verfahren bei der Bereitung des Schminkweiß schon an sich mit einer Reinigung verbunden ist, die Anwendung des Wismuth zu Legirungen aber ein ganz reines Metall nicht erfordert. Nur wenn man sich des Wismuth, nach Herrn Chaudet's Vorschlage, zum Feinbrennen des Silbers, oder zu Silberproben bedienen wollte, müßte es vor dem Gebrauch gereinigt werden, weil das mit Arsenik und Schwefel verunreinigte Wismuth stark auf der Kapelle spratzt, und die Silberproben unrichtig macht.

Das Wismuth hat eine lichte weiße Farbe, die einen Stich ins Röthliche zeigt. Es besitzt einen starken Metallglanz, und zeigt auf der Bruchfläche ein blättriges, spiegelndes Gefüge, welches der Neigung zur Krystallisation zuzuschreiben ist, die sich auch auf der Oberfläche des erkalteten Metallkönigs durch würfelartige Krystallbildungen zu erkennen giebt. Wenn man die Oberfläche des noch nicht ganz erstarrten Regulus durchsticht, und das in der Mitte noch flüssige Metall auslaufen läßt, so findet man die inneren Flächen der langsam erkalteten hohlen Metallmasse mit würfelartigen und oktaëdrischen Krystallen besetzt.

Das specifische Gewicht des Wismuth variirt zwischen 9,6 und 9,8, indeß soll das größere Gewicht von 9,8 nur demjenigen Wismuth zukommen, welches durch vorsichtiges Hämmern dichter zusammengepreßt ist. Das specifische Gewicht des ganz reinen Wismuth scheint, bei 0 Grad Temperatur, nicht über 9,29 zu seyn.

Wismuth ist etwas härter als Silber, besitzt aber doch keinen besonderen Klang. Das Metall hat eine geringe Fe-

ſtigkeit, und einen ſo geringen Grad von Geſchmeidigkeit, daß es ſich, wenigſtens in der gewöhnlichen Temperatur, im Mörſer zerpulvern läßt. Herr Chaudet hat indeß gezeigt, daß das gereinigte Wismuth nicht unbiegſam iſt, ſondern wenigſtens ſo viel Zähigkeit zeigt, daß es ſich in gegoſſenen Stäben biegen läßt, wobei es den knirſchenden Ton des Zinnes hören läßt. Ob die Geſchmeidigkeit und Dehnbarkeit in einem höheren Temperaturgrade vielleicht in eben der Art zunehmen, wie es bei dem Zink der Fall iſt, verdient noch näher unterſucht zu werden. Ueberhaupt iſt das reine Wismuth, in ſeinen phyſikaliſchen Eigenſchaften, noch wenig bekannt. Ganz reines Wismuth läßt ſich, wie Herr Chaudet gezeigt hat, unter dem Hammer wirklich etwas ausbreiten.

In der Temperatur bis zum Siedepunkt des Waſſers dehnt ſich das Wismuth nicht ſtark aus, indem 100 Theile ſich nur bis 100,139 verlängern. Aus der großen Neigung des Wismuth, beim Erkalten ein kryſtalliniſches Gefüge anzunehmen, läßt ſich die merkwürdige Eigenſchaft dieſes Metalles, ſich beim Erſtarren, — gleich dem Waſſer welches zu Eis gefriert, — auszudehnen, ſtatt ſich zuſammen zu ziehen, kaum erklären, denn das Antimon und das Zink, welche ebenfalls immer ein ſehr kryſtalliniſches Gefüge beſitzen, dehnen ſich nicht aus, ſondern ziehen ſich vielmehr ſtark zuſammen. Hr. Marx (Schweigger-Seidel Jahrbuch d. Chemie u. Physik LVIII. 454) glaubt aus ſeinen Unterſuchungen ſchließen zu können, daß das Maximum der Dichtigkeit des Wismuth höher zu ſuchen ſey, als in der Temperatur, in welcher das Metall erſtarrt, alſo irgendwo zwiſchen dem Schmelzpunkt und dem Erſtarrungspunkt, wenn es nicht der Schmelzpunkt ſelbſt, oder ein vielleicht noch höherer Grad der Temperatur iſt. Wenn aber die Urſache der Ausdehnung auch nur in dem kryſtalliniſchen Gefüge und in den Höhlungen zu ſuchen ſeyn ſollte, die ſich beim

Erstarren im Inneren der Masse bilden; so bleibt es immer merkwürdig, daß das Wismuth auch verschiedenen anderen Metallen die Eigenschaft mittheilt, beim Erstarren einen größeren Raum als im flüssigen Zustande einzunehmen. Der Schmelzpunkt des Wismuth ist am genauesten durch Herrn Creighton ausgemittelt worden. Er fand denselben bei + 246 Grad Cels., so daß das Wismuth leichtflüssiger ist als Blei, und fast so leichtflüssig als Zinn. In einer nicht zu sehr erhöheten Temperatur läßt es sich unter einer Kohlendecke im Tiegel schmelzen, ohne sich zu verflüchtigen. Aber in einer der Weißglühhitze sich nähernden Rothglühhitze, oder in einer Hitze die Herr Chaudet zu 30 Grad des Wedgwoodschen Pyrometers schätzt, ist es nicht mehr feuerbeständig, sondern läßt sich vollständig verflüchtigen. Es kann daher auch, eben so wie das Zink, überdestillirt werden, erfordert jedoch einen höheren Grad der Hitze, um sich in Dämpfen zu erheben, welche sich in der Vorlage in Gestalt von glänzenden metallischen Blättchen verdichten. Beim Zutritt der Luft, vorzüglich in einem bewegten Luftstrom, verflüchtigt sich das Wismuth schon bei einer geringeren Hitze, indem es mit einer schwachen, bläulichen Flamme verbrennt, und ein gelb gefärbtes Oxyd absetzt. Das Wismuthoxyd besteht aus 89,87 Wismuth und 10,13 Sauerstoff, indem 100 Metall 11,275 Sauerstoff aufnehmen. Das Wismuthoxyd (Wismuthblumen) besitzt die Eigenschaft, gleich dem Bleioxyd in die Poren der aus Asche gebildeten Kapellen einzuziehen, und die Oxyde der unedlen Metalle mit in die Kapelle zu nehmen. Weil das Wismuth mehr Sauerstoff aufnimmt als das Blei; so hält Herr Chaudet das Wismuth sogar für geeigneter zum Feinbrennen des Silbers und zu den Silberproben auf der Kapelle, als das Blei. Der Anwendung des Wismuth zu jenem Zweck steht indeß der Umstand entgegen, daß das Wismuth erst gereinigt seyn muß.

Außerdem erfordert das Abtreiben mit Wismuth eine viel größere Vorsicht, als das mit Blei, weil die Verbindung von Wismuth und Silber leichter erstarrt, und daher heißer behandelt seyn will, als die Verbindung des Silbers mit Blei. Deshalb führt das Wismuth auch mehr Silber in die Kavelle als das Blei. Das Wismuthoxyd ist übrigens sehr feuerbeständig, und schmelzt in der Rothglühhitze zu einem durchsichtigen Glase, welches die Thontiegel leicht durchbohrt. Reguliniſches Wismuth greift die Platintiegel weit stärker an, als das Blei. An der Luft läuft das Wismuth mit der Zeit mit einer bräunlichen Farbe an. Man hält diesen bräunlichen Ueberzug für ein Suboxyd des Metalles. Das Wasser wird in keiner Temperatur durch das Wismuth zersetzt, vielmehr wird das Metall durch die Wasserdämpfe gegen die Oxydation geschützt. Daher lößt sich das Wismuth, bei der gewöhnlichen Temperatur, auch nur in Salpetersäure oder in Königswasser auf. Wird das Wismuth in einem möglichst niedrigen Grade der Temperatur geschmolzen, so überzieht es sich nicht mit dem gelben Oxyd, sondern mit einer grauen Haut, die erst später in der Hitze eine gelbe Farbe annimmt. Man kann das Metall ganz in diese graue Haut umändern, wenn man sie in dem Augenblick ihres Entstehens von der metallischen Oberfläche abzieht. Diese graue Haut (Wismuthasche) ist das Suboxyd des Wismuth. Das gelbe Oxyd soll, nach Royer und Dumas, ein specifisches Gewicht von 8,449 besitzen. Zur Verflüchtigung dieses Oxyds scheint eine sehr hohe Temperatur erforderlich zu seyn.

Eine Verbindung des Wismuth mit Kohle ist nicht bekannt. Aber mit dem Schwefel vereinigt sich das Wismuth leicht und vollkommen. Herr Lagerhjelm hat gezeigt, daß das Schwefelwismuth in allen Verhältnissen mit regulinischem Wismuth verbunden werden kann. Das Schwefelwismuth

hat ein krystallinisches Gefüge, starken Metallglanz, eine blau-
graue Farbe, und ein specifisches Gewicht von 7,501. Diese
Verbindung, welche auch in der Natur (als Wismuthglanz)
vorkommt, ist sehr strengflüssig. Sie besteht aus 81,61 Wis-
muth und 18,39 Schwefel, indem 100 Wismuth sich mit
22,53 Schwefel verbinden. Das Schwefelwismuth wird in
der Rothglühhitze durch Wasserstoffgas zersetzt, wobei sich Schwe-
felwasserstoffgas und reguliniſches Wismuth bilden. Beim Ab-
rösten wird die Verbindung zerlegt, indem schwefligtsaures Gas
und Wismuthoxyd gebildet werden. Schwefelsaures Wismuth-
oxyd wird nur in geringer Menge gebildet. Der Wismuth-
vitriol giebt, wie Herr Arfvedson gezeigt hat, in der erhö-
heten Temperatur mit Wasserstoffgas behandelt, kein Schwe-
felwismuth, sondern reguliniſches Metall, indem sich Wasser
und Schwefelwasserstoffgas bilden.

Das Wismuth verbindet sich leicht mit den mehrsten Me-
tallen, und macht dieselben leichtflüssiger. Auch mit den me-
tallischen Grundlagen der Alkalien (und wahrscheinlich auch der
Erden) vereinigt sich das Wismuth, obgleich die Quantitäten
von Kalium u. s. f. noch nicht bekannt sind, welche das Wis-
muth aufzunehmen vermag. Herr Vauquelin fand indeß,
daß das Wismuth durch Glühen mit Weinstein so viel Ka-
lium aufnahm, daß die Legirung schon durch Wasser zersetzt
wird, indem sich das Kalium, unter Entwickelung von Was-
serstoffgas, in Kali umändert, das Wismuth aber in Pulver-
gestalt zurückbleibt. Das Verhalten dieser Legirungen, beson-
ders bei geringeren Verhältnissen der alkalischen Metalle, ist
noch unbekannt. Unter den Legirungen des Wismuth mit an-
deren Metallen, hat man nur von denen mit Blei, Zinn und
Kupfer eine Anwendung gemacht. Ein Amalgam welches aus
3 Theilen Quecksilber, 1 Wismuth und 1 Blei besteht, besitzt
einen solchen Grad von Flüssigkeit, daß es sich durch Leder

pressen läßt. Durch die Legirung mit Wismuth scheint das Blei, nach Muschenbroek's Versuchen, an Festigkeit zu gewinnen, denn ein Gemisch von 2 Theilen Wismuth und 3 Theilen Blei, verhielt sich zehnmal zäher als reines Blei. Die Gemische aus 2 Theilen Wismuth, 1 Blei und 1 Zinn, oder auch aus 8 Wismuth, 5 Blei und 3 Zinn, sind so leichtflüssig, daß sie schon in der Wassersiedhitze schmelzen. Das Zinn welches man in England zu Trinkgefäßen verarbeitet (Pewter) enthält nur sehr wenig Wismuth, denn es besteht etwa aus 100 Zinn, 4 Kupfer, 8 Antimon und 1 Wismuth. Durch die Verunreinigung mit Blei verliert es an Glanz und an Geschmeidigkeit. — Die Anwendung des Wismuth in den Gewerben und Künsten ist also sehr beschränkt.

Von den Wismutherzen.

Es ist schon erwähnt, daß das Wismuth zu den seltener vorkommenden Metallen gehört. Die Erze finden sich auf Gängen im Ur- und Uebergangsgebirge, vorzüglich häufig mit Kobalt-, Kupfer- und Nickelerzen. Am häufigsten kommt es im gediegenen (reguliniſchen) Zustande, seltener als Wismuthoxyd und als Schwefelwismuth vor. Diese Art des Vorkommens erleichtert die Gewinnung des Metalles ganz ungemein, indem dazu, wegen der Leichtflüssigkeit des Wismuth, nichts weiter als ein Aussaigern der Erze in schwacher Rothglühhitze erforderlich ist. Würde das Wismuth, etwa wie das Zink, nur im oxydirten Zustande, oder in Verbindung mit Schwefel angetroffen; so würden die Röstung des Schwefelwismuth und die Reduction des Oxydes mit großem Metallverlust verbunden, auch würde die Gewinnung des Metalles sehr kostbar seyn, weil das Oxyd in Tiegeln würde reducirt werden müssen, indem man in den Schachtöfen einem zu großen Verlust durch Metallverflüchtigung ausgesetzt seyn würde. Die Re-

duction des Oxydes in Verbindung mit einer Destillation des reducirten Metalles, würde noch weniger für ökonomisch vortheilhaft gehalten werden können, weil zum Ueberdestilliren des Wismuth die Weißglühhitze angewendet werden muß.

Die geringe Anwendung welche man bis jetzt von dem Wismuth gemacht hat, ist die Ursache, weshalb nur diejenigen Erze, in welchen sich das Wismuth im regulinischen Zustande befindet, auf dieses Metall benutzt worden sind. Die Quantität des Metalles, welches man aus den Erzen erhält, hängt theils zwar von der Wahl der Gewinnungsmethoden ab, vorzüglich aber von dem Verhältniß der dem regulinischen Wismuth in dem Erz beigemengten Erz- und Gebirgsarten. Man wendet bei den Wismutherzen keine andere Aufbereitung an, als die Handscheidung mit dem Scheidefäustel, und zerschlägt das Erz zu Stücken von der Größe einer Haselnuß. Daher kommt es, daß aus den Wismutherzen, obgleich sie das Metall in einem regulinischen Zustande enthalten, nicht mehr als höchstens 10 Prozent Wismuth gewonnen werden. In den mehrsten Fällen ist die Gewinnung des Wismuth sogar nur eine Nebensache, und der eigentliche Zweck ist die Benutzung der Rückstände, oder der ausgesaigerten Erze. Dies ist vorzüglich dann der Fall, wenn die Wismutherze mit den Kobalterzen zusammen vorkommen. Man würde die Kobalterze ohnedies von dem beigemengten Wismuth befreien müssen, weil das Wismuth, bei der Bereitung des blauen Glases aus dem Kobalt, mit oxydirt werden, und weil das Wismuthoxyd die blaue Farbe des Glases unansehnlich machen würde. Daher sucht man aus der Absonderung des Wismuth einen Vortheil zu ziehen, und sich durch die Gewinnung des Wismuth für die Kosten der Bearbeitung der Kobalterze, wenigstens theilweise, bezahlt zu machen. Die Kobalterze aus welchen das beigemengte metallische Wismuth durch Aussaigern gro=

ßentheils abgesondert worden ist, nennt man in Deutschland sehr uneigentlich Wismuthgraupen. Das Wismuth wird indeß durch das Aussaigern niemals so vollkommen abgesondert, daß sich bei der Benutzung der Kobalterze, wenn sie mit Wismutherzen zusammen vorkommen, in den Glashäfen nicht noch eine reguliniſche Metallmasse bilden sollte, welche in Deutschland unter dem Namen der Kobaltspeise bekannt ist, und welche auf eine sehr verschiedene Weise aus Wismuth, Arsenik, Eisen, Kobalt, Nickel, zuweilen auch aus Kupfer und Blei zusammengesetzt ist. Diese Kobaltspeise wird ebenfalls häufig wieder auf Wismuth benutzt, welches daraus, ganz eben so wie aus den Erzen selbst, ausgesaigert, und dann weiter benutzt wird. Man kann daher die Kobaltspeise auch als eine Art von Wismutherz ansehen, obgleich es freilich auch Kobaltspeise giebt, die sich nicht auf Wismuth benutzen läßt. Eben so giebt es Wismutherze, die nicht mit Kobalterzen zusammen vorkommen, oder wenigstens so geringe Beimengungen davon enthalten, daß sie bloß auf Wismuth benutzt werden. Das Verfahren bei der Aussaigerung wird dadurch nicht geändert.

Für den Metallurgen giebt es also nur ein Wismutherz, nämlich das Gediegene Wismuth. Das natürliche Wismuthoxyd, oder der Wismuthocker, so wie das natürliche Schwefelwismuth, oder der Wismuthglanz, sind für ihn keine Wismutherze, wie sie es seyn würden, wenn ein stärkerer Verbrauch des Metalles, und ein höherer Werth als derjenige ist, den das Wismuth jetzt im Handel erhalten hat, zur Benutzung aufforderten. — Das Wismuthbleierz und das Nadelerz gelten, ungeachtet ihres überwiegenden Gehaltes an Wismuth, dem Metallurgen noch weniger als Wismutherze, indem er sie als Silber- und Golderze betrachtet.

Die Wismutherze bedürfen daher zu ihrer metallurgischen Benutzung auf Wismuth, weder der Vorbereitungsarbeiten,

noch der Zuschläge oder Flüsse, weil das Metall schon in einer niedrigen Temperatur aussaigert, und weil es dem Zwecke ganz entgegen seyn würde, wenn außer dem Wismuth noch ein anderer Gemengtheil des Erzes, durch Anwendung von Zuschlägen, mit abgesondert würde. Daher kann aber auch das Probiren der Wismutherze keinen anderen Zweck haben, als durch die Probe den Gehalt des Erzes an regulinischem Wismuth zu erfahren. Diese Probe wird aber am zweckmäßigsten ebenfalls aus einer bloßen Aussaigerarbeit bestehen, welche mittelst zweier in einander gestellter Tiegel vorgenommen wird. Der oberste Tiegel, welcher das Erz enthält, ist mit einem durchlöcherten Boden versehen. Er muß gehörig bedeckt seyn, und von außen erhitzt werden, so daß sich das geschmolzene Metall in den unteren Tiegel begiebt. Käme es darauf an, den ganzen Wismuthgehalt des Erzes auszumitteln, ohne Rücksicht auf den Zustand, in welchem sich das Metall in dem Erz befindet; so ist die Probe auf trocknem Wege sehr unzuverläßig, wenn das Erz sehr strengflüssige Gebirgsarten bei sich führt. Schon bei der Röstarbeit ist ein Metallverlust nicht zu vermeiden, und ein zweiter Verlust würde bei der Reduction des Metalles im Tiegel entstehen, selbst wenn sehr leichtflüssige Zuschläge angewendet werden. Es würde daher die Probe auf nassem Wege zu wählen, und das Erz in Salpetersäure aufzulösen, der unauflösbare Rückstand durch Filtriren abzusondern, und die erhaltene Flüssigkeit durch vieles Wasser zu zersetzen seyn. Nach Herrn Klaproth zeigen 121,25 Theile dieses Niederschlags, 100 Wismuthmetall an. Auch diese Probe kann freilich nicht auf völlige Genauigkeit Anspruch machen, allein sie würde zu metallurgischen Zwekken vollkommen ausreichend seyn.

Von der Gewinnung des Wismuth.

Weil das Wismuth, wie schon erwähnt worden ist, immer nur durch eine einfache Saigerarbeit gewonnen wird; so ist das Metall stets noch mit Kohlen und mit Erztheilchen mechanisch verunreinigt. Die Reinigung des Wismuth von diesen mechanischen Beimengungen ist indeß eine sehr einfache Arbeit. Gewöhnlich wird sie auf die Weise verrichtet, daß man das dargestellte Wismuth bei derselben Vorrichtung welche bei der Aussaigerung angewendet worden ist, noch einmal, und zwar in sehr geringer Hitze umschmelzt, so daß das Wismuth auf einer geneigten Ebene oder in gegen den Horizont geneigten Röhren, niederschmelzt, und die mechanischen Verunreinigungen zurück läßt. Zuweilen schmelzt man das Wismuth aber auch wohl bloß in eisernen Kesseln um, welche auf einer einfachen Rostvorrichtung stehen, auf welcher ein gelindes Feuer unterhalten wird. Das geschmolzene Metall wird umgerührt, und die Unreinigkeit mit einem Schaumlöffel abgenommen, worauf man das gereinigte Metall mit Gießkellen in die Formen bringt.

Der einfachen Vorrichtungen, deren man sich in der früheren Zeit zum Aussaigern des Wismuths bediente, ist schon in der 1sten Abtheilung gedacht worden. Auch jetzt noch geschieht die Aussaigerung zuweilen in offenen Rösthaufen, besonders dann, wenn die Gewinnung des Wismuths eine Nebensache ist, und wenn es vorzüglich auf die Benutzung der abgesaigerten Erze ankommt. Die durch Handscheidung aufbereiteten Erze werden auf einem, aus Reisig oder aus anderen Holzabfällen bereiteten Rostbette, einige Fuß hoch aufgestürzt, so daß das in dem Erz befindliche Wismuth, beim Anzünden des Rostes, ausschmelzt, und sich auf die Sohle des Rösthaufens begiebt. Hier sammelt sich das Metall in der Asche in einzelnen größeren und kleineren Körnern. Nach er-

folgtem Erkalten und Abtragen des Rostes wird die Asche zusammen gekehrt und geschlämmt, um die Metallkörner von der Asche und von den Kohlen zu reinigen. Bei dieser unvollkommenen Arbeit bleibt viel Wismuth in dem Erz zurück, und das ausgeschmolzene Metall ist mit Erztheilen ungemein verunreinigt, weshalb es der Reinigung durch Umschmelzen besonders bedarf.

Eine zweite, ebenfalls sehr einfache Verfahrungsart beim Aussaigern besteht darin, daß man das Erz in gegossene eiserne, senkrecht aufgestellte Cylinder bringt, welche oben offen und mit einem gut schließenden Deckel, unten aber mit einem durchlöcherten Boden versehen sind, damit das ausschmelzende Metall durch die Oeffnungen in einen Behälter gelangen kann, den man mit dem Cylinder in Verbindung setzt. Dieser Behälter kann in der Erde eingegraben, oder unter der Sohle eines Flammenofens angebracht seyn, damit er kühl bleibt, während der Cylinder, sey es unmittelbar durch ihn umgebendes verbrennendes Brennmaterial, oder durch dessen Flamme, in Glühhitze gebracht wird. Diese einfache Vorrichtung läßt sich auf mannigfache Weise abändern, je nachdem die Cylinder im offenen Haufen, oder in geschlossenen Oefen erhitzt werden sollen.

Vollkommener ist das Verfahren, die Wismutherze auf einem Saigerheerde, oder auch in eisernen Röhren, welche von unten durch das auf einem Rost verbrennende Brennmaterial erhitzt werden, auszuschmelzen. Die Saigerheerde bestehen aus zwei gegen einander, und zugleich gegen den Horizont geneigten eisernen Platten, welche unten nicht genau an einander stoßen, sondern eine Spalte zwischen sich lassen, durch welche das ausschmelzende Metall in eine unter den Platten befindliche Rinne geleitet wird, in welcher es sich ansammelt, und, wegen der Neigung der Rinne gegen den Horizont, in einen

Sammelkasten gelangt, den man durch eine einfache Rostvorrichtung in solcher Hitze erhalten kann, daß das Wismuth darin sogleich durch Abschäumen gereinigt werden kann. Die auszusaigernden Wismutherze werden auf die eisernen Platten gelegt, und dann in Glühhitze gebracht. Die Erhitzung kann entweder bloß durch aufgelegte und angezündete Kohlen (nach Art der gewöhnlichen Saigerheerde, welche bei der Gewinnung des Silbers durch die Saigerarbeit beschrieben sind), oder durch die Flamme bewirkt werden, indem man den ganzen Saigerheerd mit einem Gewölbe umspannt, und mit einer Feuerungsvorrichtung in Verbindung setzt, so daß der Ofen die Einrichtung eines gewöhnlichen Flammenofens mit geneigtem Heerde erhält, nur daß man die Heerdsohle aus eisernen Platten bestehen läßt, welche in der Mitte des Heerdes, wo sie zusammen stoßen, die Rinne bilden, in welcher das ausgesaigerte Wismuth aus dem Ofen fließt. Ein solcher Ofen ist in der Zeichnung Fig. 772., die keiner weiteren Erläuterung bedarf, perspektivisch vorgestellt.

Gewöhnlicher als ein solcher überwölbter Saigerheerd, ist der Wismuth-Saigerofen mit eisernen Röhren, in welche das Erz gebracht wird. Die Röhren sind an beiden Enden offen, und haben eine etwas gegen den Horizont geneigte Lage. Die vordere, tiefer liegende Mündung wird mit einer Thonscheibe (oder auch mit einer gegossenen eisernen Scheibe) bis auf eine Oeffnung unten am Boden der Röhre geschlossen. Aus dieser Oeffnung fließt das Wismuth in einen unter derselben stehenden eisernen Kessel. Die Mündung der Röhre, welche durch die Rückwand des Ofens liegt, versieht man mit einem Hängeblech, was sich auf- und niederklappen, oder mit einem Deckel, der sich leicht vorsetzen und wieder wegnehmen läßt. Man verschließt diese Oeffnung nur, damit aus derselben nicht zu viel Hitze verloren geht. Sie dient zum Eintragen der zu

saigernden, und zum Ausziehen der abgesaigerten Erze. Man läßt die Rückstände, indem man sie aus der eben erwähnten Oeffnung mit einem eisernen Werkzeuge herauskratzt, über einer schiefen Ebene in einen Wassertrog fallen, damit sie sogleich erkalten, und bei dem abermaligen Besetzen der Röhren mit frischen Erzen, nicht im Wege sind. Die einfache Einrichtung eines solchen Wismuth-Saigerofens mit Röhren, ergiebt sich aus den Zeichnungen Fig. 769. in der Vorderansicht, Fig. 770. im Horizontaldurchschnitt nach AB, und Fig. 771. im Profil nach der Linie CD. Die eisernen Röhren sind in diesen Figuren mit a, die untergestellten eisernen Kessel mit b, und der Wassertrog mit c bezeichnet.

Antimon.

Das Antimon (Spiesglanz, Stibium), ist ein ziemlich häufig vorkommendes Metall. Die Eigenschaften desselben fordern indeß zu einer Anwendung in den Künsten und Gewerben wenig auf. Außer zu einigen Metalllegirungen, zur Farbenbereitung und zur Reinigung des Goldes (obgleich dazu jetzt schon andere Mittel angewendet werden), wird es fast nur noch in der Medicin gebraucht, indem aus diesem Metall bekanntlich sehr kräftig wirkende Medicamente bereitet werden. Das Antimon hat Jahrhunderte lang die Alchemisten beschäftigt, und dennoch sind die physikalischen Eigenschaften dieses Metalles sehr unvollständig bekannt. Das Antimon geht, — wie das Arsenik und der Schwefel, — in die Mischung sehr vieler Erze mit ein, und erschwert deren metallurgische Behandlung. Niemals wird das Antimon gleichzeitig mit einem anderen Metall gewonnen, mit welchem es sich in dem Erz verbunden befindet; man sucht vielmehr Mittel auf, es zu entfernen. Das Antimon ist daher ein sehr unwillkommener Begleiter derjenigen Metalle, deren Gewinnung der Zweck der metallurgischen Bearbeitung des Erzes ist. Man gewinnt das Metall nur aus solchen Antimonerzen, die kein anderes Metall, oder so wenig davon enthalten, daß sie mit Vortheil nicht dar-

auf benutzt werden können. Das regulinische oder gediegene Antimon ist ein höchst selten vorkommendes Erz; am häufigsten wird dies Metall in Verbindung mit Schwefel angetroffen, und im metallurgischen Sinne giebt es kein anderes Antimonerz als das Schwefelantimon. Man nennt diese Verbindung des Antimon mit Schwefel: Rohes Spiesglanz, und stellt sehr häufig nur diese Verbindung aus den Antimonerzen als ein verkäufliches Produkt dar, indem man die Abscheidung und Gewinnung des Metalles aus dem rohen Spiesglanz besonderen Fabriken überläßt. Die Gewinnung des rohen Spiesglanzes ist ein einfacher Aussaigerungsprozeß, der fast ganz mit demjenigen übereinstimmt, durch welchen das regulinische Wismuth aus seinem Erz gewonnen wird. Die Saigerung bewirkt aber bloß eine mechanische Absonderung des Schwefelantimon von der Bergart, und von anderen zufällig mit vorkommenden Erzen. Die Zersetzung des Schwefelantimons und die Abscheidung des Schwefels vom Antimon ist hingegen ein chemischer Prozeß, bei welchem man von dem chemischen Verhalten des Metalles ausgehen muß, wenn er richtig geleitet werden soll. Man hat jedoch auch angefangen, das rohe Spiesglanzerz zur Darstellung des Metalles einer metallurgischen Bearbeitung zu unterwerfen, ohne das Schwefelmetall vorher von seiner Gangart durch Aussaigerung zu befreien.

Das Antimon, so wie es im Handel vorkommt, ist niemals ein reines Metall, sondern zuweilen mit etwas Schwefel, oft mit Kalium und mit Eisen, und fast immer mit Arsenik verunreinigt. Die Verunreinigung mit Arsenik ist am schwierigsten zu heben, und zugleich die unangenehmste, wenn das Antimon zu medicinischem Gebrauch bestimmt ist. Es giebt indeß auch Antimonerze, welche von Verunreinigung mit Arsenik ganz frei sind. Der Einfluß den geringe Beimischungen von anderen Metallen auf die Eigenschaften des Antimon

ausüben, ist wenig bekannt, weil man die Eigenschaften des reinen Antimon selbst nur sehr unvollständig kennt. Man pflegt das Antimon auf die Weise zu reinigen, daß man es zerpulvert, und mit der Hälfte seines Gewichtes Antimonoxyd gemengt im Tiegel schmelzt. Das Oxyd oxydirt bei diesem Umschmelzen den Schwefel und das Eisen, und desoxydirt sich in demselben Verhältniß, so daß das Metall rein wird. Das Arsenik läßt sich indeß auf diese Weise nicht entfernen.

Reines Antimon hat eine fast silberweiße Farbe, die einen kleinen Stich ins Gelbliche zeigt. Nur wenn es nicht rein ist, pflegt die weiße Farbe wohl ins Bläuliche zu nuançiren. Das Metall besitzt einen sehr starken Metallglanz, und hat ein strahlig blättriges Gefüge. Die krystallinische Textur giebt sich auf der Oberfläche des erstarrten Metalles zu erkennen, jedoch nur alsdann, wenn die Erkaltung der Oberfläche nicht zu schnell eintritt. Noch jetzt legt man einen Werth auf eine krystallinische Oberfläche der Metallkönige, besonders auf diejenige Art des Gefüges, bei welcher sich in der Mitte der runden Kuchen eine sternartige Bildung zeigt. Dieser Stern war den Alchemisten stets von hoher Bedeutung. Eine solche Textur setzt allerdings einen gewissen Grad von Reinheit des Metalles voraus, denn das sehr verunreinigte Antimon zeigt kein krystallinisch sternartiges Gefüge auf der Oberfläche; allein auch das reine Antimon erscheint nur dann mit diesem Gefüge wenn die Oberfläche langsam (unter einer Schlackendecke) erstarrt. Wenn man die auf der Oberfläche erstarrten Metallkuchen durchsticht, und das noch flüssige Metall im Inneren der Masse auslaufen läßt, so erhält man, eben so wie bei dem Wismuth, sehr ausgezeichnete krystallinische Bildungen.

Das specifische Gewicht des Metalles ist 6,6 bis 6,65. Bei einer Temperatur von 0 Grad ist das specifische Gewicht = 6,57. Das Antimon gehört zu den sprödesten und am wenigsten dehnbaren Metallen. Bis jetzt kennt man wenig-

stens noch keinen Grad der Temperatur, bei welchem es einige Geschmeidigkeit zeigte. Es läßt sich daher sehr leicht zu Pulver zerstoßen. Es ist härter wie Kupfer, besitzt aber doch wenig die Eigenschaft einen Klang beim Anschlagen zu geben.

In der Temperatur bis zur Wassersiedhitze wird es noch weniger ausgedehnt als das Wismuth, denn 100 Theile verlängern sich nur bis 100,108. Ungeachtet seiner ausgezeichnet krystallinischen Textur dehnt sich das geschmolzene Metall beim Erstarren nicht aus, unterscheidet sich dadurch also sehr wesentlich vom Wismuth. Der Schmelzpunkt findet bei einer Temperatur von + 425 Gr. Cels. statt. In verschlossenen Gefäßen besitzt es einen ziemlich hohen Grad von Feuerbeständigkeit, indem es sich erst in einer starken Weißglühhitze in Dämpfen erhebt. Deshalb kann es auch durch Destillation aus dem Oxyd nicht füglich gewonnen werden. Bei Zutritt der Luft tritt die Verflüchtigung früher ein, und ist dann stets mit einer Oxydation verbunden. Aber auch bei einem bewegten Luftstrom zwischen Kohlen, wird es leicht verflüchtigt, weshalb sich auch das Oxyd in einem Schachtofen nicht reduciren läßt. Die Schmelzung und die gleichzeitige Entschwefelung des rohen Spiesglanzes durch angemessene leichtflüssige Zuschläge, kann nur auf dem Heerde eines Flammenofens, unter den sich bildenden leichtflüssigen Decken bewerkstelligt werden, wenn der Entschwefelungsprozeß nicht in bedeckten Tiegeln vorgenommen werden soll. Die Reduction des Oxyds läßt sich dagegen fast nur in bedeckten Tiegeln, ohne einen zu großen Metallverlust, ausführen. Dies Verhalten des Metalles und seines Oxyds in der erhöheten Temperatur, hat zu verschiedenen Prozessen bei der Darstellung des Antimon aus seinen Erzen Veranlassung gegeben.

Die verschiedenen Oxydationszustände des Antimons hat Herr Berzelius genauer kennen gelehrt und gezeigt, daß das Metall drei Oxydationsstufen besitzt, indem sich 100 Theile

Antimon mit 18,6, mit 24,8, und mit 30,98 Theilen Sauerstoff verbinden. Herr Berzelius hat die erste Oxydationsstufe Antimonoxyd, die zweite antimonigte Säure, und die dritte Antimonsäure genannt, weil das Antimon im oxydirten Zustande die Eigenschaften einer Säure besitzt, indem selbst das Antimonoxyd, nämlich die niedrigste Oxydationsstufe des Metalles, nur eine sehr schwache Salzbasis ist. Unter diesen drei Oxydationszuständen hat die dritte Stufe, auf welcher die aus 76,33 Antimon und 23,67 Sauerstoff zusammengesetzte Antimonsäure gebildet wird, für den Metallurgen am wenigsten ein unmittelbares Interesse, weil sie sich in der Glühhitze schon zersetzt, und sich dabei, unter Entwickelung von Sauerstoffgas, in antimonigte Säure umändert. Die Antimonsäure, welche theils durch die Behandlung des Antimon mit Königswasser, theils durch Verpuffen des Metalles mit seinem vierfachen Gewicht Salpeter in leicht bedeckten Tiegeln erhalten wird, scheint bei den metallurgischen Prozessen weder für sich allein, noch in Verbindung mit anderen Metalloxyden gebildet zu werden, sondern es sind nur das Antimonoxyd und die antimonigte Säure, welche entweder für sich allein, oder in Verbindung mit anderen Metalloxyden, bei den Röst- und Schmelzarbeiten entstehen. Die Antimonsäure hat eine blaßgelbe Farbe. Sie ist im Wasser sowohl als in Säuren unauflöslich. Nur concentrirte Salzsäure (oder Königswasser) und Alkalien, lösen diese Säure auf. Aus diesen Auflösungen wird sie aber durch Wasser (und aus den alkalischen Auflösungen durch Säuren) als ein weißes Pulver niedergeschlagen, welches bekanntlich ein Hydrat der Säure ist, das die Lacmustinktur röthet, und sich in gelinder Hitze in die nicht wasserhaltende, gelbe, die Lacmustinktur nicht mehr röthende Säure, umändert.

Das Antimonoxyd bildet sich beim Schmelzen des Antimons unter Zutritt der Luft, wenn die Schmelzhitze bis zum Rothglühen gesteigert wird. Das Antimon kommt dabei in

eine kochende Bewegung, entzündet sich, und verbrennt mit einer lebhaften, bläulichweißen Flamme, die einen weißen Rauch ausstößt, der sich an kältere Körper in Gestalt von weißen Flocken, oder auch von weißen, glänzenden Krystallen, anlegt, welche man Spießglanzblumen (Flores antimonii argentei, nix stibii) genannt hat. Um es auf diese Weise darzustellen, verbrennt man das Antimon in schief liegenden Tiegeln, zu denen die Luft einen Zutritt hat, und fängt die sich erhebenden Dämpfe in weiten, trichterförmigen Röhren auf. Das Oxyd bildet sich auch durch Einwirkung der Salpetersäure, der erhitzten Schwefelsäure und der erhitzten concentrirten Salzsäure auf reguliniſches Antimon, indem basische Oxydsalze entstehen, denen durch wiederholtes Auskochen mit Wasser die Säure entzogen werden kann, so daß das Oxyd, welches aus 84,31 Antimon und 15,69 Sauerstoff besteht, rein zurück bleibt. Das Oxyd hat eine mehr oder weniger reine weiße Farbe, welche sich in der Hitze in eine gelbe umändert, die es aber beim Erkalten wieder verliert. Es schmelzt schon in geringer Glühhitze zu einer gelblichen Flüssigkeit, welche nach dem Erkalten eine perlgraue, seidenartig glänzende und krystallinische, asbestartige Masse bildet. Bei abgehaltenem Luftzutritt verflüchtigt sich dies Oxyd schon in der Rothglühhitze ganz vollständig, und sublimirt sich in krystallinischen Blumen. Beim Zutritt der Luft verbrennt das Oxyd in der Rothglühhitze, indem es sich in antimonigte Säure umändert. Das Oxyd wird durch Kohle sehr leicht zu Metall reducirt. Es kommt in der Natur als Weißspiesglanzerz vor. Wenn man antimonigte Säure und Schwefelspiesglanz in angemessenen Verhältnissen mit einander im Tiegel schmelzt, so erhält man das Oxyd ebenfalls, welches eine krystallinische und nicht glasige Bruchfläche zeigen muß. Im letzten Fall war das Verhältniß des Schwefelantimon zu groß, und das Oxyd ist noch mit Schwefelantimon verunreinigt, welches sich leicht mit dem Oxyd verbindet. Das Schwe-

felantimon zerlegt nämlich die antimonigte Säure nur bis zu dem Grade, daß sich Oxyd bildet, aber die Reduction des Oxyds zu Metall, läßt sich durch Schwefelantimon nicht bewirken. Die Verbindung des Antimonoxyd mit Schwefelantimon hat man Spießglanzglas (Vitrum antimonii) genannt. Sie läßt sich auf mannigfaltige Weise, z. B. durch Zusammenschmelzen von Antimonoxyd mit Schwefelantimon; von antimonigter Säure, oder auch von Antimonsäure mit Schwefelantimon; von Antimonoxyd, antimonigter Säure und Antimonsäure mit Schwefel, darstellen, wobei die Verhältnisse des Oxyds zum Schwefelantimon ganz von den Verhältnissen des Sauerstoffs und des Schwefels abhängig sind, welche in den angewendeten Materialien zur Bereitung des Spießglanzglases vorhanden waren.

Die antimonigte Säure unterscheidet sich von dem Antimonoxyd sehr wesentlich durch ihre Feuerbeständigkeit, und dadurch, daß sie nicht schmelzbar ist. Sie bildet sich ebenfalls beim Verbrennen des Antimons, bei einem stärkeren Luftzutritt, indem sich das Oxyd dann in die antimonigte Säure umändert. Sie hat stets eine glänzend weiße Farbe, welche aber durch Erhitzung ebenfalls gelb, und beim Erkalten wieder weiß wird. Wenn man die antimonigte Säure mit regulinischem Antimon genau zusammen mengt, und das Gemenge in einem bedeckten Tiegel erhitzt, so bildet sich Oxyd, indem sich das Antimon auf Kosten der antimonigten Säure oxydirt. Die antimonigte Säure läßt sich nicht so leicht wie das Oxyd zu Metall reduciren, indem sie eine stärkere Hitze zur Reduction erfordert, so daß ein Theil des reducirten Metalles schon wieder zu verdampfen anfängt. Die antimonigte Säure besteht aus 80,12 Antimon und 19,88 Sauerstoff. So wesentlich verschieden die antimonigte Sänre und das Antimonoxyd auch in ihrem Verhalten in der höheren Temperatur sind, so wenig hat man beide Oxydationsstufen früher unterschieden,

weil sie sich durch die Farbe nicht erkennen lassen, und weil sehr oft bei den metallurgischen Arbeiten beide Oxydationsstufen gleichzeitig gebildet werden, obgleich man bei den gewöhnlichen Röstarbeiten die Hitze selten bis zu dem Grade steigert, daß sich alles Oxyd vollständig in antimonigte Säure umändert.

Bringt man Antimon auf eine rothglühende Kapelle, so schwärzt es sich etwas, stößt einige Dämpfe aus, schmelzt dann, und bekommt wieder seinen Metallglanz. Dann erheben sich aber sogleich dicke weiße Dämpfe, deren Entwickelung bis zur gänzlichen Verflüchtigung des Antimon fortdauert. Diese Dämpfe färben die Oberfläche der Kapelle citronengelb, welche Farbe aber beim Erkalten fast gänzlich wieder verschwindet, indem nur auf der Stelle wo das Metall gelegen hatte, einige gelbliche Flecken und blaßroth gefärbte Streifen zurück bleiben.

Das Antimon zersetzt in der gewöhnlichen Temperatur das Wasser nicht. Aber das bis zum Glühen erhitzte Antimon verwandelt sich durch darüber geleitete Wasserdämpfe, unter Explosionen, in Oxyd, wobei Wasserstoffgas entwickelt wird. Die trockne atmosphärische Luft äußert auf das Antimon keine Wirkung. Bleibt das Metall aber der feuchten Luft lange ausgesetzt, so überzieht es sich mit einem schwärzlichgrauen Ueberzuge, welcher jetzt für ein Suboxyd des Antimon angesehen wird. Herr Proust, welcher die Verbindungen des Antimon mit Sauerstoff und Schwefel zuerst mit lobenswerther Gründlichkeit untersucht hat, betrachtet diesen Ueberzug als ein Gemenge von Metall mit Oxyd.

Das Antimon verbindet sich in drei verschiedenen Verhältnissen mit dem Schwefel, welche den Verbindungsverhältnissen des Metalles mit dem Sauerstoff proportional sind. Die Verbindungen des Schwefels mit dem Antimon, welche der antimonigten Säure und der Antimonsäure entsprechen,

(welche unter dem Namen: Goldschwefel, sulphur auratum stibii, bekannt sind), haben für den Metallurgen kein näheres Interesse, weil sie bei den metallurgischen Prozessen niemals gebildet werden, und weil sie auch in der Natur nicht, sondern immer nur als künstliche Erzeugnisse vorkommen. Desto wichtiger für die Metallurgie des Antimons ist aber die Verbindung des Metalles mit Schwefel, welche dem Oxydationszustande im Antimonoxyd entspricht. Sie kommt in der Natur unter dem Namen des Grau Spießglanzerzes vor, und wird rohes Spießglanz genannt, wenn sie durch die Kunst aus dem Erz ausgesaigert, und dadurch von der beigemengten Bergart u. s. f. befreit ist. Das Schwefelantimon besteht aus 72,88 Antimon und 27,12 Schwefel. Es besitzt stets ein strahliges Gefüge, wenn es nicht schon etwas Schwefel verloren hat, und hat eine fast bleigraue Farbe. Es ist sehr spröde, läßt sich leicht zerpulvern, schmelzt bei abgehaltenem Luftzutritt schon in einer die Rothglühhitze noch nicht erreichenden Temperatur, und ist ziemlich feuerbeständig, indem es sich erst in sehr starker Weißglühhitze verflüchtigt, und dann, bei abgehaltenem Luftzutritt, unzersetzt überdestillirt werden kann. Der sogenannte Mineralkermes (Cartheuserpulver), dessen Bereitungsart durch die Kunst nicht hierher gehört, ist, nach den Untersuchungen der Herren Berzelius und H. Rose, ebenfalls nur Schwefelantimon auf der gewöhnlichen (ersten) Schwefelungsstufe. Durch das Rösten, nämlich durch das Erhitzen des Schwefelantimons unter Zutritt der atmosphärischen Luft, wird dasselbe, eben so wie alle Schwefelmetalle zersetzt. Es bildet sich dabei aber keine Schwefelsäure, sondern der Schwefel wird sämmtlich im Zustande der schwefligten Säure verflüchtigt, und das Antimon oxydirt. Weil das Antimonoxyd schon in einer sehr geringen Hitze flüssig wird, so muß beim Rösten des Schwefelantimons nur eine sehr niedrige Temperatur angewendet werden, damit dasselbe oder das abzuröstende Erz nicht zu

sammenballt. Durch häufiges und fast ununterbrochenes Umrühren des abzuröstenden Pulvers wird das Zusammenballen zwar etwas erschwert, aber bei Anwendung einer zu hohen Hitze nicht verhindert. Ist ein solcher fehlerhafter Zustand der Masse eingetreten, so bleibt nichts übrig, als sie erkalten zu lassen, von neuem zu zerpulvern, und die Röstung wieder anzufangen. Nur gegen das Ende der Operation kann die Hitze gesteigert werden, wenn sich ein großer Theil des Oxyds schon in antimonigte Säure umgeändert hat. Je weniger fremdartige Beimengungen das Schwefelantimon enthält, desto leichter ist das Weichwerden und Zusammenballen der Masse zu befürchten. Eine hohe Temperatur beim Rösten befördert außerdem den Metallverlust. Wird die Röstung des Schwefelantimons in der Absicht unternommen, das Antimon zu oxydiren, um das erhaltene Oxyd demnächst zu reduciren, und Antimonmetall darzustellen, so ist die Anwendung einer sehr niedrigen Temperatur nicht genug zu empfehlen. Das Oxydul ändert sich dann nur mit einem geringen Verlust durch Verflüchtigung, in Antimonoxyd und in antimonigte Säure um. Hat die Röstung aber den Zweck, das Antimon so viel als möglich fortzuschaffen, so muß die Hitze so hoch gesteigert werden, als es, ohne das Zusammenklümpern der Masse zu befürchten, nur geschehen kann. Man kann aber dies Erweichen und Zusammenballen der Masse dadurch sehr erschweren, daß man der abzuröstenden Masse Kohlenstaub zusetzt. Dieser wirkt, eben so wie alle fremdartige Beimengungen, auf die Weise, daß er die zum Schmelzen geneigten Theilchen der Masse von einander entfernt, und dadurch die Anwendung einer höheren Temperatur möglich macht, in welcher sich das Oxyd zu verflüchtigen beginnt. Außerdem wirkt er der Bildung der antimonigten Säure entgegen, welche sich durch das Rösten nicht verflüchtigen lassen würde. Die Anwendung des Kohlenstaubes ist daher ein vortreffliches Mittel zur Verflüch-

tigung des Antimon bei der Röstarbeit; allein der Prozeß darf nicht übereilt, und er muß in langsam gesteigerter Temperatur vorgenommen werden. Es ist einleuchtend, daß ein Zusatz von Kohlenstaub bei derjenigen Röstarbeit, deren Zweck die Darstellung der antimonigten Säure zur Gewinnung des Antimons ist, höchst nachtheilig, und der Absicht gerade entgegen wirkend seyn würde. Zuweilen wird dies Schwefelmetall aus dem Grunde geröstet, weil man Spießglanzglas bereiten will. Alsdann setzt man die Röstung nicht bis zur vollständigen Entschwefelung, sondern nur so lange fort, bis die gepulverte Masse eine röthliche Farbe erhalten hat, und dann aus einem Gemenge von Antimonoxyd, von (wenig) antimonigter Säure und von Schwefelantimon besteht. Dies Gemenge giebt beim Schmelzen in bedeckten Tiegeln das Spießglanzglas. Hat man aber die Absicht, das Schwefelantimon auf reguliniſches Antimon zu benutzen, so muß die Röstarbeit weiter getrieben werden, und das Pulver muß eine aschgraue Farbe angenommen haben, auch zum Zusammenbacken, selbst in einer etwas höheren Temperatur, nicht mehr geneigt seyn. Das abgeröstete Pulver ist dann ein Gemenge von antimonigter Säure mit etwas Antimonoxyd, und mit Beimengungen von noch nicht zersetztem Schwefelantimon. Immer bleibt das Rösten des Schwefelantimons, sey es um das Antimon zu verflüchtigen, oder um dasselbe zur Bereitung des regulinischen Antimons zu oxydiren, ein sehr mühsamer Prozeß, der eine sehr große Sorgfalt erfordert, um in beiden Fällen den Zweck mehr oder weniger vollständig zu erreichen.

Das Schwefelantimon gehört zu den wenigen Schwefelmetallen, welche in der erhöheten Temperatur durch Wasserstoff vollständig zerlegt werden, indem sich regulinisches Antimon bildet. Aber auch das schwefelsaure Antimonoxydul wird durch Wasserstoffgas zuerst in Schwefelantimon und dann in Antimon umgeändert. — Sogar die Kohle bewirkt in starker

Hitze eine Zerlegung des Schwefelantimon, von welchem Verhalten sich indeß keine Anwendung machen läßt, weil die Bildung des Kohlenschwefels eine sehr hohe Temperatur erfordert, in welcher das Antimon zu verdampfen anfängt. Herr Berthier hat indeß den Vorschlag gemacht, sich des Kohlenwasserstoffgas (des Steinkohlengas) zur Darstellung des Antimon aus dem Schwefelantimon zu bedienen; ein Vorschlag der unbezweifelt den günstigsten Erfolg bei der Anwendung im Großen haben würde. Das Schwefelantimon wird ferner durch viele Metalle zerlegt, welche den Schwefel desselben aufnehmen, und das Antimon abscheiden. Je nachdem man dies oder jenes Metall zur Zersetzung des Schwefelantimon anwendete, nannte man das Metall früher Regulus antimonii martialis, jovialis, veneris, saturninus, lunaris u. s. f., weil sich das abgeschiedene regulinische Antimon wirklich mit etwas von dem zugesetzten Metall verbindet, im Fall dieses im Uebermaaß angewendet wird. Wenn aber der Ueberschuß auch sehr bedeutend ist, so ist doch die Zerlegung niemals ganz vollständig, weil immer noch etwas unzersetztes Schwefelantimon mit dem neu gebildeten Schwefelmetall in Verbindung bleibt. Die Einwirkung des Zink auf das Schwefelantimon ist noch nicht genau genug untersucht. Gewöhnlich bedient man sich des Eisens, wenn das Schwefelmetall durch ein anderes Metall zerlegt werden soll. Herr Berthier hat gezeigt, daß dem Antimon schon in einer ziemlich niedrigen Temperatur der Schwefel entzogen wird, daß aber die Trennung des Schwefeleisens von dem Antimon deshalb nicht ohne Schwierigkeit bewerkstelligt werden kann, weil das specifische Gewicht beider Substanzen nur unbedeutend von einander abweicht. Um die mechanische Trennung zu bewirken, muß, nach beendigtem Schmelzen, der Tiegel noch sehr stark erhitzt, und die Masse noch einige Zeit lang in Fluß erhalten werden. Bei Beobachtung dieser Vorsicht erhält man zwei Könige, die sich gut von ein-

ander trennen. Der eine ist weiß und großblättrig, und dies ist der Antimonregulus, der aber immer noch mit einer geringen Menge von der Schwefelverbindung verunreinigt ist. Der andere Regulus hat eine gelbe Bronzefarbe, welche aber etwas heller ist als die des gewöhnlichen Schwefeleisens im Minimo, weil er noch Antimon beigemengt enthält. Die Zersetzung des Schwefelantimon durch Eisen ist ein schon seit langer Zeit ausgeübter Prozeß, indem das Eisen unter allen Metallen die Zerlegung am vollständigsten bewirkt. Immer ist aber dies Verfahren mit einem Verlust an Antimon verbunden, welches während der Schmelzung verdampft. Zu 100 Schwefelantimon, wenn dieses von aller Bergart frei ist, sind 42 Eisen erforderlich. Wendet man mehr Eisen an, so verbindet sich das Antimon mit dem im Ueberschuß zugesetzten Eisen, und man erhält kein reines Metall, sondern eine Legirung. Auch darf das Eisen nicht in zu großen Stücken vorhanden seyn, weil sich sonst ein Theil des Schwefelantimons verflüchtigt, ehe die Einwirkung des Eisens vollständig erfolgt. Ist das Eisen sehr verrostet, so muß Kohle zugesetzt werden. Daher kann man sich statt des metallischen Eisens auch des oxydirten Eisens mit Kohle bedienen. Sogar die Schmiedeschlacken, — bekanntlich ein Subsilikat des Eisenoxyduls, — hat Hr. Berthier nicht ohne Erfolg, mit einem Zusatz von Kohle, zur Zerlegung des Schwefelantimons angewendet. Bei der Anwendung des Eisens, oder dessen Oxyde mit Kohle, würde der Erfolg ungleich günstiger ausfallen, wenn dem Stein, oder der Schwefelverbindung, ein geringeres specifisches Gewicht und eine größere Leichtflüssigkeit gegeben werden könnte. Beiden Bedingungen wird am besten durch einen Zusatz von kohlensauren oder von schwefelsauren Alkalien entsprochen.

Wenn ein Gemenge von Schwefelantimon und von kohlensaurem Kali oder Natron bis zum Rothglühen erhitzt wird, so bildet sich eine gleichartige, sehr flüssige, dichte und dunkel-

braune Masse, welche aus Schwefelkalium oder Schwefelnatrium, aus Antimonoxyd, aus unzersetzt gebliebenem Schwefelantimon und aus kohlensaurem Alkali besteht. Bei einer stärkeren Erhitzung erfolgt eine Einwirkung des Alkali auf das Antimonoxyd, wobei sich antimonigtsaures Alkali bildet, und eine verhältnißmäßige Menge reguliniſches Antimon ausgeschieden wird. Hat die Luft Zutritt, oder setzt man etwas Salpeter hinzu, so erfolgt die Umwandlung des Antimonoxyd in antimonigte Säure, und die Bildung des antimonigtsauren Alkali, ohne Ausscheidung von reguliniſchem Antimon. — Ein anderer Erfolg tritt ein, wenn das Gemenge von Schwefelantimon und von kohlensaurem Alkali mit Kohle gemengt bis zum Rothglühen erhitzt wird. Die Kohle reducirt dann das gebildete Antimonoxyd zu Metall, und die geschmolzene leichtflüssige Masse enthält nur Schwefel-Alkalimetall, Schwefelantimon, und das in Ueberschuß zugesetzte kohlensaure Alkali, welches die vollständige Zersetzung des Schwefelantimon nicht bewirken kann, indem die Verbindung des Schwefel-Alkalimetall mit dem Schwefelantimon, die Einwirkung des Alkali auf das Schwefelantimon beschränkt. Versetzt man aber diese noch flüssige Masse mit Eisen, so wird das Antimon aus dem unzerlegt gebliebenen Schwefelantimon vollständig und fast augenblicklich ausgeschieden, und die neu gebildete Schlacke, welche eben so flüssig ist, wie die erstere, besteht nun aus einer Verbindung von Schwefel-Alkalimetall mit Schwefeleisen. Eben dieser Erfolg tritt dann ein, wenn das Schwefelantimon und das kohlensaure Alkali sogleich mit Eisen vermengt, angewendet werden. Die Schmelzung erfolgt, wie Herr Berthier gezeigt hat, sehr schnell, ohne Aufblähen, und der sehr flüssige Stein trennt sich mit großer Leichtigkeit von dem Regulus. Durch die Anwendung des kohlensauren Alkali läßt sich das Verhältniß des Eisenzuschlags bis zu 25—30 Prozent vermindern.

Weil sich die schwefelsauren Alkalien, in einer nicht sehr hohen Temperatur, durch Kohle in Schwefel-Alkalimetalle umändern, und weil die Schwefelalkalien den anderen Schwefelmetallen eine größere Leichtflüssigkeit ertheilen, auch Veranlassung zur Bildung einer Schlacke von geringerem specifischem Gewicht geben, als das Schwefeleisen besitzt; so kann man die schwefelsauren Alkalien, gemengt mit Kohle, als einen sehr zweckmäßigen Zuschlag zu dem Gemenge von Schwefelantimon mit Eisen anwenden. Durch den Zusatz von schwefelsaurem Alkali wird aber die Menge des sich ausscheidenden Antimon vermindert, obgleich die Ausscheidung des Metalles sehr schnell erfolgt, und die Schlacken in kurzer Zeit einen hohen Grad von Leichtflüssigkeit erhalten. Es scheint, bemerkt Herr Berthier, daß das Eisen das schwefelsaure Alkali mit Beihülfe der Kohle zersetzt, und daß daher ein größeres Verhältniß von Eisen, als ohne den Zusatz von schwefelsaurem Alkali, angewendet werden muß, um dem Schwefelantimon allen Schwefel entziehen zu können. Zu 100 Schwefelantimon sollten daher wenigstens 44 Eisen genommen werden, wenn man etwa 10 Theile Glaubersalz mit 2 Kohle als Zusatz anwendet, welcher schon hinreichend ist, um der Schlacke eine größere Leichtflüssigkeit zu ertheilen.

Es ist schon erwähnt, daß sich Schwefelantimon und Antimonoxyd zu einer gleichartigen Masse (Spießglanzglas) in allen Verhältnissen zusammenschmelzen lassen. Die beim Rösten des Schwefelantimons zurückbleibende Substanz, welcher man den Namen Spießglanzasche (Cinis stibii, Calx antimonii grisea, Calx stibii per se) beigelegt hat, ist ein sehr verschiedenartiges Gemenge von antimonigter Säure, Antimonoxyd und Schwefelantimon, welchem daher zur Bereitung des Spießglanzglases bald mehr, bald weniger, bald gar kein Schwefelantimon zugesetzt wird, je nachdem die Röstung mehr oder weniger vollständig erfolgt war. Eine solche Verbindung

von Schwefelantimon mit Antimonoxyd, kann reiner, und in bestimmten Verhältnissen beider Bestandtheile nur dadurch erlangt werden, daß man reines Antimonoxyd in bestimmten Verhältnissen mit reinem Schwefelantimon zusammenschmelzt; oder dadurch, daß man bestimmte Quantitäten von Oxyd, oder von antimonigter Säure, oder von Antimonsäure, mit berechneten Quantitäten Schwefel zusammenbringt. Die daraus entstehende Verbindung von Antimonoxyd und Schwefelantimon in bestimmten Verhältnissen des einen Bestandtheils zu dem anderen, hat man Spießglanzsafran (Crocus antimonii oder metallorum) genannt. Eine solche Verbindung kommt auch in der Natur, unter dem Namen Rothspießglanzerz, vor. Nach Herrn Rose besteht diese Verbindung aus 69,86 Schwefelantimon und aus 30,14 Antimonoxyd, so daß $\frac{2}{3}$ des Antimongehaltes mit Schwefel zu Schwefelantimon, und $\frac{1}{3}$ mit Sauerstoff zu Oxyd verbunden sind. Der durch die Kunst dargestellte sogenannte Crocus antimonii elotus ist ziemlich genau in demselben Verhältniß beider Bestandtheile zusammengesetzt.

Das Antimon verbindet sich wahrscheinlich nicht mit Kohle, ist aber zur Vereinigung mit allen Metallen sehr geneigt, und ertheilt ihnen eine größere Sprödigkeit. Dem Blei und Zinn pflegt man in einigen Fällen durch einen Zusatz von Antimon eine größere Härte zu geben. Die Metallmischung zu den Buchdruckerlettern besteht aus Blei und Antimon. Der Antimongehalt dieser Legirung steigt selten bis 20 Prozent. Der Verbindung des Goldes mit Antimon bedient man sich, um das Gold von anderen Metallen zu befreien, indem man das legirte Gold mit Schwefelantimon schmelzt (S. Gold). — Metalle die das Antimon häufig verunreinigen, sind Arsenik, Eisen und Alkalimetalle, von denen die letzteren durch die Methode die man zur Bereitung des Antimon aus dem Schwefelantimon anwendet, an das Metall gebracht werden. Das

Antimon würde häufiger auch noch mit anderen Metallen verunreinigt seyn, wenn man alle die Erze, in welchen das Metall den vorwaltenden Bestandtheil ausmacht, auch wirklich auf Antimon benutzte. Man wendet aber dazu nur diejenigen Erze an, welche bloß Antimon und Schwefel enthalten. Daher kommt es, daß das Antimon weniger durch andere Metalle verunreinigt wird, als diese durch Antimon verunreinigt angetroffen werden.

Antimon, welches durch Schmelzen mit schwarzem Fluß, oder mit Pottasche und Kohlenstaub in bedeckten Tiegeln, eine große Menge Kalium aufgenommen hat, bekommt dadurch pyrophorische Eigenschaften. Besprengt man ein Stück von dieser Legirung mit einem Tropfen Wasser, so entzündet es sich mit der Schnelligkeit des Schießpulvers, und es wird eine Menge von brennenden Metallkügelchen umhergeschleudert, welche, nach den Untersuchungen des Herrn Serullas, aus einer Verbindung von Antimon, Kalium und Kohle bestehen.

Von den Antimonerzen.

Das Antimon ist ein wesentlicher und oft sehr vorwaltender Bestandtheil von vielen Erzen, welche metallurgisch aber als Gold-, Silber-, Kupfer- und Bleierze betrachtet werden müssen, weil sie zur Darstellung dieser Metalle und nicht des Antimons angewendet werden, indem man vielmehr das Antimon durch die Röstarbeiten zu entfernen sucht. Selbst das gediegene Antimon, welches so höchst selten vorkommt, würde, wenn man es häufiger anträfe, vielleicht kaum auf Antimon benutzt werden, sondern wegen seines Silbergehaltes als ein Silbererz angesehen werden müssen. — Das Nickelglanzerz, welches nach Herrn Klaproth, aus 47,75 Antimon, 25,25 Nickel, 11,75 Arsenik und 15,25 Schwefel besteht; so wie das Nickelantimonglanzerz, welches nach Herrn Rose 55,76 Antimon, 27,36 Nickel und 15,98 Schwefel enthält, sind so selten

vorkommende Erze, daß von ihrer metallurgischen Benutzung nicht die Rede seyn kann. Sie würden sonst eben so behandelt werden müssen wie der Berthierit, welcher bei Chapelles in der Auvergne so häufig vorkommt, daß Herr Berthier die metallurgische Benutzung desselben anräth. Er fand dies Erz zusammengesetzt aus 53,30 Antimon, 16,85 Eisen und 29,85 Schwefel. Man würde dies Erz in Tiegeln, oder auch auf dem Heerde eines Flammenofens, mit einem Zusatz von Eisen, und von Fluß befördernden Mitteln (Pottasche, Kochsalz, oder Glaubersalz mit Kohle u. s. f.) schmelzen, und das Verhältniß des Eisenzusatzes so einrichten müssen, daß es nicht im Ueberschuß vorhanden ist, damit keine Legirung von Antimon mit Eisen gebildet wird. Aehnlich zusammengesetzte Erze, welche aber, statt des Nickels oder des Eisens, Blei oder Kupfer, oder Blei und Kupfer, oder Blei, Kupfer und andere Metalle enthalten, würden sich auf die angeführte Weise gar nicht auf Antimon benutzen lassen, weil das Eisen auch die Schwefelverbindungen der übrigen Metalle zerlegt, so daß das Antimon stets in Verbindung mit dem Blei, Kupfer u. s. f. des Erzes dargestellt werden würde. Man würde daher (statt des Eisens) Kupfer, Blei, oder überhaupt dasjenige Metall zur Zersetzung des Erzes anwenden müssen, welches mit dem Antimon und Schwefel im Erz verbunden ist. Wäre das Antimon ein seltener vorkommendes, oder ein mehr benutztes Metall; so würde dies auch füglich geschehen können, weil das Blei und Kupfer aus der sich bildenden Schwefelverbindung größtentheils wieder gewonnen werden können. Oekonomische Rücksichten sind es also, welche Veranlassung geben, diejenigen Schwefelverbindungen, in welchen das Antimon zugleich mit anderen Metallen vorkommt, auf diese, und nicht auf Antimon zu benutzen, sondern das Antimon durch die Röstarbeit so viel als möglich zu verflüchtigen.

Herr H. Rose hat eine vortreflich durchgeführte Unter-

suchung derjenigen Erze geliefert, in welchen das Antimon in Vereinigung mit anderen Metallen, mit Schwefel verbunden vorkommt. Zuweilen wird das Antimon durch eine, den chemischen Aequivalenten entsprechende Quantität Arsenik ersetzt, zuweilen werden auch Antimon und Arsenik zugleich mit den anderen Metallen und mit Schwefel in dem Erz angetroffen. Es scheint daher, daß Antimon und Arsenik sich gegenseitig vertreten, und daß in den weniger zusammengesetzten Erzen, bald das Eisen allein, bald das Kupfer, aber das Blei, oder auch das Silber allein; in den mehr zusammengesetzten Erzen aber zwei oder drei von diesen Metallen zugleich, und zwar alle diese Metalle in Verbindung mit Schwefel, vorkommen. Zu dieser letzten, oder zu der zusammengesetzten Reihe von Erzen, gehören die sogenannten Fahlerze, welche, wegen ihres großen Kupfergehaltes, und wegen ihres bald größeren bald geringeren Silbergehaltes, metallurgisch als silberhaltige Kupfererze betrachtet werden.

Diejenigen Erze in welchen vorwaltend das Blei mit dem Antimon, und beide mit Schwefel verbunden, angetroffen wird, rechnet man zu den Bleierzen. Dahin gehören das Federerz (31,04 Antimon; 46,87 Blei; 1,30 Eisen; 0,08 Zink; 19,72 Schwefel); der Jamesonit (34,40 Antimon; 40,75 Blei; 2,30 Eisen; 0,13 Kupfer; 22,15 Schwefel), und der sogenannte Zinkenit vom Wolfsberge am östlichen Harz (44,39 Antimon; 31,84 Blei; 0,42 Kupfer; 22,58 Schwefel).

Der Bournonit würde als Blei- und als Kupfererz zu betrachten seyn, indem das von Herrn Rose untersuchte Erz vom Pfaffenberge bei Neudorf am östlichen Harz, aus 26,28 Antimon, 40,84 Blei, 12,65 Kupfer und 20,31 Schwefel besteht.

Das sogenannte Schwarzerz von Kapnik und der Endellione von Harvey bei Grenoble und von Katharinenburg sind noch nicht genauer untersucht. Sie scheinen nur Antimon,

Kupfer und Schwefel zu enthalten, würden also metallurgisch als Kupfererze zu behandeln seyn.

Das Rothgültigerz und das Sprödglanzerz sind Verbindungen des Antimon (oder des Arsenik und Antimon) mit Silber und Schwefel, und gehören daher zu den Silbererzen.

Es bleiben also für die Gewinnung des Antimons nur diejenigen Erze, welche eine so geringe Beimischung, oder zufällige Beimengung von Silber, Kupfer und Blei enthalten, daß sie mit Vortheil auf diese Metalle nicht benutzt werden können. Das Grauspießglanzerz (Antimonglanz) ist aber unter diesen Erzen das einzige, welches im metallurgischen Sinne als Antimonerz betrachtet wird. Zufällige Begleiter des Grauspießglanzerzes sind der Antimonocker (ein unreines und mit Eisenoxyd und Erden verunreinigtes Antimonoxyd), das Weißspießglanzerz (Antimonblüthe), ein ziemlich reines Antimonoxyd, und das Rothspießglanzerz (Antimonblende), eine Verbindung von Schwefelantimon mit Antimonoxyd, deren oben schon gedacht worden ist. Diese Antimonerze kommen indeß selten, und fast immer nur in Begleitung von Grauspießglanzerz vor, so daß sie nirgends den Gegenstand einer besonderen bergmännischen Gewinnung ausmachen. Uebrigens sind sie, wegen ihres großen Antimongehaltes, sehr angenehme Gefährten des Grauspießglanzerzes, wenigstens in den Fällen, wenn das Schwefelantimon nicht durch Aussaigerung von der Bergart befreit, sondern unmittelbar verschmolzen wird, indem bei der Aussaigerung das beigemengte Oxyd verflüchtigt wird, folglich ganz unbenutzt bleibt.

Die Antimonerze scheinen ein Eigenthum der Ur- und Uebergangsgebirge, so wie der Porphyre und derjenigen Gebirge zu seyn, denen man einerlei Entstehungsweise mit den Porphyren zuschreiben kann. Sie kommen in diesen Gebirgen immer auf Gängen vor. In eigentlich geschichteten Gebirgen werden die Antimonerze nicht angetroffen. — Ueber die Erzprobe ist die vierte Abtheilung nachzusehen.

Die Aufbereitungsarbeiten denen die Antimonerze unterworfen werden, sind zum großen Theil von dem Verfahren abhängig, welches zur Darstellung des Antimons angewendet wird. Werden die Antimonerze ausgesaigert, und wendet man das durch die Aussaigerung gewonnene rohe Spießglanz zur Antimonbereitung an; so besteht die Aufbereitung bloß im Reinscheiden, oder in der Handscheidung, indem die unhaltige Gebirgsart, und selbst die fein eingesprengten Antimonerze, mit dem Scheidefäustel abgestuft, und bloß die derben, oder auch die grob eingesprengten Antimonerze zum Aussaigern ausgehalten werden. Die Saigerarbeit vertritt gewissermaßen die Stelle der vollkommensten Aufbereitung, weil das Schwefelantimon dadurch am vollständigsten von der Gebirgsart abgesondert wird. Allein sie ist zugleich eine ziemlich kostbare, und mit einem bedeutenden Verlust an Schwefelantimon verbundene Aufbereitung, weshalb es vorzuziehen ist, mit der Handscheidung die Setzarbeit und die nasse Aufbereitung im Pochwerk zu verbinden. Auf diese Weise werden Stufferze, Setzgraupen (durch die Siebsetzarbeit gewonnene Erze) und Schliche (durch die Poch- und Wascharbeit dargestellte Erze) erhalten, welche sowohl zur Bereitung des rohen Spießglanzes, als auch des regulinischen Antimons, sey es unmittelbar aus den Erzen, oder mittelbar aus dem vorher abgesonderten rohen Spießglanz, angewendet werden können. Durch eine gute Aufbereitung kann die Aussaigerung der Antimonerze sehr füglich ganz erspart werden, wenn es die Absicht ist, regulinisches Antimon zu gewinnen. Das rohe Spießglanz ist freilich auch in manchen Gegenden ein wirklicher Handelsartikel, und daher wird die Aussaigerung des Schwefelmetalles aus den Erzen dort fortdauern müssen; allein sie sollte sich nur auf diejenigen Quantitäten erstrecken, welche als rohes Spießglanz in den Handel kommen, und nur unter begünstigenden örtlichen Verhältnissen dann ausgeübt werden, wenn der Zweck der Benutzung der Erze die Darstellung des regulinischen Antimons ist.

Die Vorbereitungsarbeiten bei den Antimonerzen bestehen in der Röstarbeit, welche jedoch nur alsdann vorgenommen wird, wenn das Antimon aus der antimonigten Säure und aus dem Antimonoxyd reducirt, und nicht unmittelbar aus dem Schwefelantimon durch zweckmäßige Zuschläge abgeschieden werden soll. Das Rösten des Schwefelantimons ist, wie schon oben erwähnt worden, eine sehr mühsame und beschwerliche Arbeit, weil sie in einer sehr niedrigen Temperatur und unter beständigem Umrühren der Masse, vorgenommen werden muß. Die Oefen zum Rösten der Antimonerze würden ganz die Einrichtung der gewöhnlichen Flammen-Röstöfen (Abtheilung 8.) erhalten müssen. Man wendet zum Rösten der Antimonerze aber sehr häufig weniger zweckmäßig construirte Oefen an, deren Heerd aus drei parallel neben einander liegenden Gassen besteht, welche unter einem gemeinschaftlichen backofenartigen Gewölbe liegen, das von der Heerdsohle nur 12—14 Zoll entfernt ist. Der Heerd ist 6 Fuß lang und eben so breit. Er ist ganz söhlig, und besteht aus Ziegelsteinen, welche auf der hohen Kante neben einander gestellt sind, wobei aber weite Fugen möglichst vermieden werden müssen. Hinten ist der Ofen durch eine Mauer geschlossen, und vorne hat er ein ganz offenes Mundloch, so daß er das Ansehen einer großen Muffel erhält. Vom Mundloche an bis zur Rückwand ist der Heerd, vermittelst zweier kleiner, parallel neben einander fortlaufender Ziegelwände von 8 Zoll Höhe und 4 Zoll Dicke, in drei gleich breite Gassen von etwa 21 Zoll Breite getheilt. Zur Befestigung dieser kleinen Scheidemauern dienen zwei eiserne Stäbe, die längs der ganzen Länge derselben fortlaufen. Jeder von diesen Räumen, oder jede Gasse, ist vorne beim Mundloche mit einer Thür von Eisenblech versehen. Der mittlere Raum ist der Röstraum, und die beiden Seitengassen sind die Feuerungsräume, auf welchen mit kleinem Reisholz gefeuert wird. Weil die Scheidewände nicht bis an das Gewölbe reichen, so schlägt die Flamme aus den beiden Feuer-

gassen über den Röstraum, und wird aus dem Mundloch abgeleitet. Das zu röstende Erz wird zerstoßen, und durch ein Sieb geworfen, dessen Oeffnungen höchstens die Größe einer kleinen Linse haben. Von diesem zerpulverten und durchgesiebten Erz bringt man etwa 200 Pfund auf den Röstheerd, und zündet dann in jeder Feuergasse ein Reisbund an, um die Masse zuerst in Hitze zu bringen. Sobald aber die Oberfläche des Erzes glühend zu werden, und Rauch und Dämpfe auszustoßen anfängt, vermindert man die Temperatur sogleich, und verfährt mit dem Nachtragen des Reisholzes sehr vorsichtig, um die Hitze nicht zu sehr zu steigern. Dann muß aber auch zugleich mit dem Umrühren der Erzmasse vermittelst einer eisernen Krücke der Anfang gemacht, und diese beschwerliche Arbeit ohne Unterbrechung, 10—16 Stunden lang, fortgesetzt werden. Die etwa 18 Zoll breite Krücke hat einen 10—12 Fuß langen Stiel, an welchem sie, vermittelst einer vor dem Mundloch des Ofens niederhängenden Kette, aufgehängt wird. Dies geschieht theils um die Arbeit zu erleichtern, theils um die Arbeiter von den Dämpfen, die sich fortwährend entwickeln, entfernt zu halten. Es ist eine große Vorsicht nöthig, um den gehörigen Grad der Temperatur zu unterhalten, weil das Erz nicht weich werden, und noch weniger schmelzen darf. Ungeachtet aller Vorsicht geschieht es doch, daß einige Klumpen entstehen, welche mit der Krücke zerschlagen werden müssen. Man hält die Röstarbeit für beendigt, wenn sich das Erzpulver unter der Krücke sanft anfühlen läßt, und nicht zusammenballt, und wenn es im Ofen eine röthliche, und beim Erkalten eine aschgraue Farbe zeigt. Dann läßt man das Feuer abgehen, setzt das Rühren noch einige Zeit lang fort, schiebt das Erz auf einem Haufen zusammen, und nimmt es aus dem Ofen. Wenn die Röstung vollständig statt gefunden hat, so ist das abgeröstete Erz ein Gemenge von Antimonoxyd und antimonigter Säure, zufällig mit mehr oder weniger unzersetzt gebliebenem Schwefelantimon verunreinigt. Je mehr

die Hitze gegen das Ende des Prozesses gesteigert wird, desto größer ist der Metallverlust, welcher sich aber auch bei der Anwendung der niedrigsten Temperatur nicht verhüten läßt.

Von der Darstellung des Antimon aus dem Erz.

Das ältere Verfahren bei der Darstellung des Antimon besteht darin, das Antimon auszusaigern, das erhaltene rohe Spießglanz zu rösten, und das abgeröstete Schwefelmetall in Tiegeln zu reduciren. Bei einer anderen Methode wird das rohe Spießglanz durch zweckmäßige Zusätze, ohne vorhergehende Röstung, in Tiegeln geschmolzen. Statt der Schmelzung in Tiegeln hat man sich aber in der neueren Zeit der Schmelzarbeit in Flammenöfen bedient, und saigert die Erze nicht mehr aus, sondern befreit sie, durch Handscheidung, Siebsetzen und Naßpochen von der Gebirgsart in welcher sie vorkommen. Je strengflüssiger die Gebirgsart ist, desto reiner muß das Erz aufbereitet werden, damit die Strengflüssigkeit der Schlacke vermindert wird.

1) Das Aussaigern des rohen Spießglanzes. Diese einfache Arbeit kann in Tiegeln, oder in Röhren, im Freien oder in Oefen, oder auch unmittelbar auf dem Heerde eines Flammenofens vorgenommen werden. Das letzte Verfahren ist das am wenigsten kostbare, obgleich dabei der stärkste Verlust an Schwefelantimon statt findet.

Das Aussaigern in Tiegeln oder in thönernen Töpfen, ohne Anwendung eines Ofens, geschieht in einigen Gegenden noch ganz in der Art, wie Agricola das zu seiner Zeit übliche Verfahren beschrieben hat. Unter einer leichten Bedachung, welche keinen anderen Zweck hat, als um den Regen und Schnee abzuhalten, werden 9—10 Zoll hohe und 6 Zoll im Durchmesser weite thönerne Töpfe, in mehreren Reihen neben einander in ein Bette von Sand eingegraben. Auf diese werden größere, mit zerschlagenem Erz gefüllte, im Boden mit mehreren Löchern versehene, größere Töpfe von etwa 12 Zoll

Höhe, oben 8 und unten 6 Zoll Weite, gestellt, mit Deckeln zugedeckt, und die letzteren, so wie die Fugen zwischen den großen und kleinen Töpfen, mit Thon gut verstrichen. Die über dem Sandbette hervorragenden größeren Töpfe werden mit Kohlen beschüttet, welche man anzündet, und dadurch das rohe Spießglanz in die unten stehenden Töpfe niederschmelzen läßt. Daß man diese einfache Einrichtung auf mancherlei Weise abändern, daß man größere Thongefäße anwenden, und die oberen Gefäße durch Flammenfeuer u. s. f. erhitzen kann, bedarf nicht der Erwähnung.

Um das Brennmaterial besser zu benutzen, wendet man an anderen Orten zwar dieselbe, oder eine ganz ähnliche Vorrichtung mit zwei Tiegeln an, stellt die Tiegel aber dergestalt auf den Heerd eines Flammenofens, daß nur die oberen, mit Erz gefüllten Tiegel, von der Flamme bestrichen werden, indem die unteren, zur Aufnahme des Schwefelantimons bestimmten Tiegel, in dem Sandheerd eingegraben sind. Man ändert diese Vorrichtung auch wohl in der Art ab, daß man dem Ofen die Einrichtung eines gewöhnlichen Glasofens giebt, auf dessen Heerd die zur Aufnahme des Erzes bestimmten Tiegel rund um das Flammenloch gestellt werden. Statt eines gemauerten Gewölbes, bedient man sich vortheilhafter einer aus eisernen Stäben zusammengesetzten, und mit Thon ausgeklebten Haube, welche nach beendigter Aussaigerung abgehoben wird, um den Ofen für die nächst folgende Aussaigerung schneller erkalten zu lassen. Das ausschmelzende Antimon wird nicht in einem unteren Tiegel, welcher in der Heerdsohle eingegraben ist, sondern in Gefäßen aufgefangen, die in kleinen Gewölben außerhalb des Ofens vor jedem Tiegel stehen, und mit den Tiegeln durch Thonröhren in Verbindung gesetzt sind. Die Zeichnungen Fig. 773. und 774. zeigen einen solchen Ofen in der perspektivischen Ansicht und im Durchschnitt. Rauch und Flamme werden durch Zugröhren abgeleitet, die in der Seitenmauer des Ofens in die Höhe geführt sind. Eine wei-

tere Erläuterung der Zeichnung ist überflüssig. Daß man statt eines runden, auch einen viereckigen Ofen wählen kann, bedarf der Erwähnung nicht.

Statt der Tiegel kann man auch Röhren anwenden. Die Einrichtung eines solchen Ofens mit liegenden Röhren stimmt völlig mit derjenigen überein, deren man sich zum Aussaigern des Wismuth (Fig. 769—771.) bedient. Es findet dabei nur die einzige Abänderung statt, daß die Röhren nicht aus Gußeisen, sondern ganz nothwendig aus feuerfestem Thon angefertigt seyn müssen. — Zu Malbosc (Departement Ardèche) gebraucht man einen Ofen mit stehenden thönernen Röhren. Herr Jabin hat das Verfahren (Ann. des mines. Deux. Ser. I. 3. — Archiv XVIII. 158) beschrieben. Die Einrichtungen bei diesen Oefen sind so getroffen, daß der Ofen nicht zu erkalten braucht, sondern daß die Röhren, sobald die Ausschmelzung des Antimon statt gefunden hat, unten ausgeleert und oben wieder von neuem besetzt werden können. Die Röhren deren vier in einem Ofen befindlich sind, stehen auf einer bühnenartigen Erhöhung, und werden von zwei Seiten durch die Flamme des auf drei Rosten verbrennenden Brennmaterials erhitzt. Unter jeder Röhre befinden sich die Gefäße, in welchen das niederschmelzende Schwefelantimon aufgefangen wird. Diese Gefäße stehen auf einem kleinen eisernen Wagengestell, um sie leicht und bequem vor und zurück schieben zu können. Aus den Zeichnungen Fig. 761—764. wird die Einrichtung des Ofens hinreichend hervorgehen. Fig. 762. ist der Horizontaldurchschnitt unmittelbar über der Höhe der Roste; Fig. 761. und 764. sind die senkrechten Durchschnitte nach den Linien AB und CD des Horizontaldurchschnitts, und Fig. 763. die vordere Ansicht des Ofens. a, b, c sind die drei Roste; d und e die beiden Bühnen, auf welchen die Röhren, und zwar zwei auf jeder Bühne, stehen. Die Bühnen sind aus Thonplatten gebildet, welche den Röhren s zur Grundlage dienen. Durch die beiden Mauern aus welchen eine jede Bühne be-

steht, wird der Raum gebildet, in welchen die Gefäße m und n geschoben werden, welche das ausschmelzende Schwefelantimon aufnehmen sollen. Sowohl auf der vorderen, als auf der Rückseite des Ofens, sind diese Räume mit Thüren k von Eisenblech geschlossen. Das Gewölbe des Ofens umspannt die Roste und die Bühnen. Es ist mit vier Oeffnungen versehen, durch welche die vier Röhren dergestalt hindurch gehen, daß zwischen den äußeren Röhrenwänden und dem Umkreise der Oeffnungen noch ein Zwischenraum bleibt, damit auch der obere Theil der Röhren durch die von den Rosten aufsteigende Flamme erhitzt werden kann. Die oberen Ränder, oder die Mündungen der Röhren, liegen mit der Oberfläche P des Ofengewölbes in einem Niveau. Man verschließt diese Mündungen mit dem Deckel z, welcher abgenommen wird, wenn die Röhren wieder mit Erz angefüllt werden sollen, welches auf dem Ofengewölbe P in Bereitschaft liegt. Die Flamme und der Rauch ziehen durch 3 Füchse o in die Esse. Diese Füchse liegen ganz an der Rückseite des Ofens, und möglichst hoch, damit sie von den Schürlochöffnungen so weit als möglich entfernt sind. Man versieht die Füchse mit Schiebern, um den Luftzug zu reguliren. Die Gewölbe E, von denen sich eins an beiden Seiten des Ofens befindet, haben keinen anderen Zweck, als um durch sie zu den Röhren gelangen zu können, im Fall sie einer Ausbesserung, oder einer Auswechselung bedürfen. Sie sind stets durch Thonplatten F fest verschlossen. In den Deckplatten p, q befinden sich kreisförmige Einschnitte mit aufstehenden Rändern, um den Röhren eine feste und unverrückbare Stellung geben zu können; in der Mitte sind sie mit der Tropföffnung versehen. Die Röhren haben unten, zunächst am Boden, einen Einschnitt v, welcher beim Aufstellen der Röhren eine solche Lage erhält, daß der Einschnitt in den beiden vorderen Röhren mit der Vorwand, der Einschnitt in den beiden hinteren Röhren mit der Rückwand des Ofens korrespondirt. Auf diese Weise müssen die Ein=

schnitte v mit den Gewölben x in der Vor- und Rückwand des Ofens zusammentreffen. Die Einschnitte v in den Röhren sind während der Arbeit mit genau passenden Thonplatten verschlossen, welche durch die Gewölbe x hinein geschoben werden. Nach beendigter Aussaigerung öffnet man sie, nimmt die Rückstände aus den Röhren sorgfältig heraus, und verschließt sie wieder, wenn die Röhren mit frischem Erz besetzt werden. Die Kanäle f, g, h, welche aus den Rosträumen in den Raum unter den Bühnen führen, und welche, der gleichmäßigeren Erwärmung wegen, nicht genau gegen einander über liegen, sind nur zu Anfange des Betriebes offen, damit das niedertropfende Schwefelantimon nicht erstarrt; später werden sie mit Thonpatzen verschlossen. Der Rauchfang H dient zur Abführung der antimonialischen Dämpfe, welche sich besonders beim Ausziehen der Rückstände aus den Röhren entwickeln. Das niedertröpfelnde Schwefelantimon muß stets eine blaue, niemals eine rothe Farbe haben, weil diese eine zu starke Hitze andeutet, in welcher sich zu viel Schwefelmetall verflüchtigt. Das Besetzen der Röhren erfolgt von 3 zu 3 Stunden, und bei einem guten Gange der Arbeit erhält man 1 Centner Rohspießglanz in einer Stunde. Die Röhren halten, im mittleren Durchschnitt, 20 Tage lang aus. Man rühmt von diesen Oefen, daß die Erze sehr vollständig und mit geringem Verbrand an Brennmaterial (kleinen Steinkohlen) ausgesaigert werden sollen. Gut eingerichtete Oefen mit liegenden Thonröhren werden indeß in der Wirkung nicht nachstehen, und wohlfeiler in der Bauart und Unterhaltung, so wie bequemer bei der Arbeit seyn.

Schneller läßt sich die Aussaigerung des rohen Spießglanzes bewirken, wenn man dazu weder Tiegel, noch Röhren oder andere Gefäße anwendet, sondern das Erz unmittelbar auf den geneigten Heerd eines Flammenofens bringt, und dabei die Einrichtung trifft, daß das zuerst aussaigernde Schwefelmetall sogleich durch eine offen bleibende Stichöffnung aus

dem Ofen abfließt. Erst später, wenn das Erz in einen erweichten Zustand gekommen ist, und wenn sich eine Schlackendecke gebildet hat, verschließt man die Stichöffnung, und giebt ein etwas stärkeres Feuer. Das noch im Erz zurück gebliebene Schwefelmetall sammelt sich dann unter der Schlackendecke, und wird nach Beendigung des Schmelzens abgestochen. Die Schlacke zieht man durch eine in der Seitenmauer befindliche Thüre, welche auch zugleich zum Eintragen des Erzes dient, aus dem Ofen. Diese Art der Aussaigerung ward zu Ramée in der Vendée angewendet. Der Heerd des Ofens kann rund seyn, und dann die Einrichtung eines gewöhnlichen Treibofens erhalten, nur daß mit dem tiefsten Punkt des Heerdes die Abstichöffnung in Verbindung steht; oder man wendet einen eckigen Ofen mit geneigter Heerdfläche an. In beiden Fällen ist der Feuerraum von dem Heerdraum, wie immer bei den Flammenöfen, abgesondert. Das Gewölbe, oder die Kappe des Ofens muß möglichst niedrig gewählt werden, um das Brennmaterial vortheilhafter zu benutzen. Diese Methode empfiehlt sich nur durch die Wohlfeilheit, und dadurch, daß mit einem mal größere Quantitäten Erz (10—12 Centner) und zwar in kurzer Zeit ausgesaigert werden können; allein sie ist mit einem großen Verlust durch Verflüchtigung verbunden, und nur in den Fällen anwendbar, wenn die Erze so geringe Gewinnungskosten verursachen, daß es mehr darauf ankommt, Zeit und Brennmaterial zu ersparen, als viel Schwefelmetall aus dem Erz darzustellen.

2) Die Darstellung des regulinischen Antimons aus dem rohen Spießglanz, oder aus dem Erz. Es ist schon erwähnt, daß dazu zwei Methoden angewendet werden. Man röstet entweder das ausgesaigerte rohe Spießglanz; oder man zersetzt es (oder statt desselben auch das rein aufbereitete Erz) unmittelbar durch angemessene Zuschläge.

a. Die Reduction des gerösteten rohen Spießglanzes, oder der sogenannten Spießglanzasche, erfolgt stets in Thon-

tiegeln, welche man zwar mit Deckeln versieht, diese aber nicht lutirt, damit die beim Reduciren sich entwickelnden Gasarten entweichen können. Die Tiegel haben nur die Größe, daß sie 10—12 Pfund von dem zur Reduction bestimmten Gemenge fassen können. Man stellt die Tiegel reihenweise neben einander, umgiebt sie mit einer niedrigen Mauer, und schüttet den durch diese Mauern gebildeten Raum mit Kohlen aus, so daß die Tiegel, wenn die Kohlen angezündet sind, von allen Seiten Glühhitze erhalten. Die Tiegel müssen auf Untersätze (Füße) gestellt werden, damit sie nicht unmittelbar auf dem kalten Boden stehen. — Statt dieser sehr mangelhaften und viel Brennmaterial erfordernden Vorrichtung, bringt man die Tiegel an anderen Orten auf den Heerd eines Flammenofens, bei welchem, nach Art der Glasöfen, der Rost in der Mitte des Ofens liegt, so daß die Tiegel durch die aus dem Flammenloch aufsteigende Flamme erhitzt werden. Die Einrichtung dieser Oefen stimmt ganz mit derjenigen überein, welcher oben (Fig. 773. und 774.) bereits beim Aussaigern der Erze erwähnt ist, nur daß die Vorlagen und die zu denselben führenden Röhren unnöthig sind. Wenn man die letzteren verstopft, so kann ein und derselbe Ofen zum Aussaigern der Erze und zum Reduciren der Spießglanzasche angewendet werden. — Zur Reduction der Spießglanzasche würde reiner Kohlenstaub schon hinreichend seyn; allein theils enthält die Asche immer noch etwas unzersetztes Schwefelmetall, theils würde sich ein großer Theil des Antimon verflüchtigen, wenn man keine Decke anwendete. Deshalb vermengt man die Spießglanzasche mit $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ rohen Weinstein, oder, in Ermangelung desselben, mit Pottasche. Das Antimon erhält dadurch eine sehr leichtflüssige Schlackendecke, welche beim Ausgießen des reducirten und geschmolzenen Antimon auch erst nach dem Erstarren der Metallkönige abgenommen wird. Man gießt das Antimon in kleine (gewöhnlich runde) eiserne Formen, welche vorher etwas erwärmt und mit Fett ausgestrichen seyn müssen. Die Me-

talkkönige sind aber bei dem ersten Guß nicht immer ganz rein, und müssen wieder umgeschmolzen werden, wobei man mehrere Reguli in einen Tiegel bringt, und ihnen die Schlacke vom Reductionsschmelzen als Decke giebt. Beim Ausgießen wird die Schlacke sorgfältig zurück geschoben; sobald aber die Form fast angefüllt ist, gießt man über das Metall schnell etwas flüssige Schlacke, um den Regulus langsam unter der Schlakkendecke erstarren zu lassen, damit die Oberfläche desselben krystallinisch wird, und einen Stern zeigt. Zur Reduction der Spießglanzasche ist nur starke Rothglühhitze erforderlich. Um zu beurtheilen ob die Schmelzung vollständig erfolgt sey, steckt man ein eisernes Stäbchen in den Tiegel, welches keinen Widerstand finden, und an welches sich beim Herausziehen eine flüssige Schlacke hängen muß, die sich zu einem Faden ausspinnen läßt, und schnell erhärtet.

Zuweilen wird von den Fabrikanten eisenhaltiger (martialischer) Spießglanzkönig verlangt. Diesen bereitet man auf die Weise, daß man zuerst in jeden Tiegel 1 bis 2 Pfunde Eisenspäne bringt, welche man in dem Tiegel anglühen läßt, und dann die zu reducirende Beschickung hinzufügt. Die Schmelzung erfolgt langsamer, und die Schlacke ist steifer und dickflüssiger, weshalb diese absichtliche Verunreinigung des Antimon mit Eisen, — welche man anwendet, um einen schönen Stern auf der Oberfläche der Antimonkönige hervorzubringen, — mit Metallverlust verbunden ist.

b. Die Zerlegung des rohen Spießglanzes ohne vorhergegangene Röstarbeit. Sie wird ebenfalls in Tiegeln, und zwar bei denselben Vorrichtungen wie die Reduction der Spießglanzasche, bewerkstelligt. Man bedient sich dazu immer des geschmiedeten Eisens. Aus welchen Gründen durch die alleinige Anwendung des geschmiedeten Eisens kein günstiger Erfolg der Zerlegung erwartet werden kann, ist schon oben gezeigt worden. Eine leichtere und leichtflüssigere Schlacke wird durch Zusatz von Weinstein, oder statt desselben von Pottasche

mit Kohle, oder auch von Glaubersalz, so wie von schwefelsaurem Kali (dem Rückstande von der Bereitung der Salpetersäure) mit Kohle, hervorgebracht. Ueber die einfache Operation des Schmelzens ist nichts weiter zu bemerken. Statt des rohen Spießglanzes kann auch das sehr rein aufbereitete Grauspießglanzerz unmittelbar angewendet werden, besonders wenn die Bergart nicht sehr strengflüssig ist, und wenn der Preis des Kochsalzes es gestattet, dieses als ein den Fluß beförderndes Mittel anzuwenden. Das Verfahren: das Schwefelmetall durch Eisen und alkalische Zuschläge zu zersetzen, ist der Methode des Röstens, und des Reducirens der Spießglanzasche weit vorzuziehen, weil der Metallverlust ungleich geringer, und der Prozeß weniger kostbar ist.

Noch vortheilhafter wird aber die Antimongewinnung unmittelbar aus dem gehörig aufbereiteten Erz, ohne vorhergegangene Aussaigerung desselben, dann ausgeübt werden, wenn man sich nicht der Tiegel bedient, sondern wenn man die Zersetzung der Erze auf dem Heerde eines Flammenofens vornimmt. Dieser Ofen ist ein ganz gewöhnlicher Flammenofen, wie ihn Fig. 802. im horizontalen, und Fig. 801. im senkrechten Durchschnitt darstellt. Der eigentliche Schmelzheerd, welcher aus einem Gemenge von Thon und Sand ganz fest eingestampft wird, neigt sich von allen Seiten gegen die Mitte zu, wo er am tiefsten ist, und mit der Stichöffnung a in Verbindung steht, welche mit schwerem Gestübbe verschlossen wird. Die Feuerbrücke versieht man mit einem Luftkanal b, theils um sie kühl zu erhalten, theils und vorzüglich, um zu verhindern daß das Schwefelmetall, welches den Heerd oft sehr stark angreift, nicht bis zum Rost dringt, sondern durch den Luftkanal abfließt, wenn der Unfall des Durchdringens durch den Heerd und die Feuerbrücke, wirklich eintritt. Die Esse braucht man nicht höher als etwa 25 Fuß zu seyn, weil sich dann schon eine hinreichend starke Hitze entwickeln läßt; allein die höheren Essen sind immer vorzuziehen, weil die Schmelzhitze

dann schneller hervorgebracht werden kann. Die Größe der Fuchsöffnung muß, nach Beschaffenheit des Brennmaterials, auf die gewöhnliche Weise durch Sand regulirt werden. Auch die senkrechte Entfernung des Rostes von dem höchsten Punkt der Feuerbrücke, würde sich nach der Beschaffenheit des Brennmaterials richten müssen. Die Thüre c zum Eintragen der beschickten Erze und zum Herausnehmen der Schlacke, befindet sich der Abstichöffnung gegenüber. Ob man den Heerd auf einem Gewölbe, oder auf eisernen Platten ruhen läßt, ist völlig gleichgültig. Die rein aufbereiteten Erze werden mit 35 bis 36 Prozent altem Schmiedeeisen (wozu besonders die Abfälle von der Blechfabrikation sehr geeignet sind), beschickt, und mit einem Gemenge von Glaubersalz, oder von schwefelsaurem Kali mit Kohle, von Pottasche und von Kochsalz, theils durchgemengt, theils bedeckt. Als oberste Decke bedient man sich sehr zweckmäßig der durch den Rost gefallenen Cynders. Man wendet, der gleichartigeren Einwirkung des Eisens und der übrigen Zuschläge wegen, nicht gerne große Quantitäten von Erz an, sondern setzt nur 2—3 Centner Erze, nebst der Beschickung, mit einem mal auf den Heerd. Die Schmelzung ist nach 8—10 Stunden vollendet, worauf das Antimon unter der Schlackendecke abgestochen, und die Schlacke demnächst durch die Thüröffnung ausgezogen wird. Zuerst muß eine schwache Hitze gegeben werden, damit sich eine flüssige Schlacke zum Schutz für das Antimon bilden kann; später verstärkt man die Temperatur bis zum anfangenden Weißglühen, läßt sie aber gegen das Ende des Prozesses wieder sinken, damit die Masse sich setzen kann, und nicht in kochende Bewegung geräth, wodurch die Schlacke mit metallischen Antimonkörnern angereichert werden würde. Nach erfolgtem Abstich und nach geschehener Reinigung des Heerdes, wird dieser, wenn es nöthig ist, ausgebessert, und sogleich zum folgenden Schmelzen geschritten. Die Zuschläge von schwefelsauren Alkalien tragen

sehr dazu bei, die Flüssigkeit der Schlacke zu befördern, indeß ist es nothwendig, ihnen nicht zu wenig Kohle (Cynders) beizumengen. Ein Zusatz von Pottasche, wenn auch nur von 2 bis 3 Prozent, zur Beschickung, erhöhet jederzeit das Ausbringen, und befördert die schnelle Schlackenbildung, wodurch der Verlust durch Verflüchtigung vermindert wird. Der Zusatz von Kochsalz ist allenfalls dann zu entbehren, wenn es die Umstände gestatten, mindestens 8—10 Prozent von den schwefelsauren Alkalien anzuwenden. Das erhaltene Antimon ist noch unrein, indem es matt und unansehnlich erscheint, weshalb es in Tiegeln von 20—30 Pfund Inhalt unter einer Schlackendecke umgeschmolzen wird. Zu dieser Umschmelzarbeit werden die Tiegel auf den Heerd desselben Flammenofens gestellt. Als Decke wendet man entweder Pottasche mit Kohlenstaub und Kochsalz, oder etwas Weinstein an. Das umgeschmolzene Antimon wird in eisernen Formen von beliebiger Gestalt und Größe ausgegossen.

Literatur.

Rapport sur la séparation de l'antimoine de sa mine; par Hassenfratz. Journ. des mines. No. 54. p. 459. — Sur les moyens de séparer le sulfure d'antimoine de sa gangue; par Berthier. Ann. des mines. III. 555. — Becker's Reise in Ungern II. 72. — Archiv für Bergbau und Hüttenwesen IV. 261. VIII. 285. XIII. 380. — Ueber die Gewinnung und Zugutemachung des Grauspießglanzerzes zu Malbosc; von Jabin. Archiv XVIII. 158 und Ann. des mines. Deux. Ser. I. 3. — Demachy, der Laborant im Großen; übersetzt von Hahnemann. II. 98.

Quecksilber.

Das Quecksilber schmelzt bei einer Temperatur von 39,5 Gr. Cels., also bei einem so niedrigen Wärmegrade, wie er selten auf der von Menschen bewohnten Oberfläche der Erde angetroffen wird. Durch diese Eigenschaft der Leichtflüssigkeit hat es von jeher die Aufmerksamkeit der Alchemisten auf sich gezogen, deren Bemühen dahin gerichtet war, es durch irgend einen anderen Körper zu fixiren, und dadurch in Gold oder in Silber zu verwandeln. Das Metall kommt zwar auch gediegen, gewöhnlich aber in Verbindung mit Schwefel, — als Zinnober — in der Natur vor. Es gehört zu den seltener vorkommenden und nur sparsam in der Erdrinde vertheilten Metallen. Das aus seinen Erzen dargestellte Quecksilber ist ziemlich rein, wenigstens mit anderen Metallen wenig verunreinigt. Unreines Quecksilber reinigt man entweder durch die Destillation, indem man dem Quecksilber 10 bis 20 Prozent reine Eisenfeile (wenn es Schwefel enthält) zusetzt; oder durch Uebergießen mit einer Auflösung von Sublimat in Wasser, welche man so lange hinzufügt, als das Quecksilber davon noch nicht angegriffen wird. Statt der Sublimatauflösung kann man auch, obgleich weniger zweckmäßig, Salpetersäure oder Salzsäure anwenden. Die das Quecksilber verunreinigenden

Metalle werden dadurch zwar ausgezogen; allein das Queck- silber ist dann noch nicht rein, sondern mit Oxydul gemengt, welches sich auf keine andere Weise, als durch die Destillation mit einem Zusatz von Kohlenpulver absondern läßt. Alles Quecksilber welches ganz rein seyn und zu physikalischen Zwek- ken angewendet werden soll, muß nothwendig vorher mit Koh- lenstaub umdestillirt werden.

Im festen Zustande ist das Quecksilber fast ganz unbe- kannt; man weiß nur daß es eine krystallinische, dehnbare und geschmeidige, zinnweiße Masse bildet. Das Quecksilber liefert bekanntlich sehr wirksame und ganz unentbehrlich gewordene Medicamente; es wird aber auch in den Künsten und Ge- werben sehr häufig gebraucht, und zur Gewinnung des Gol- des und des Silbers aus ihren Erzen in sehr bedeutender Menge verwendet.

Reines Quecksilber muß in den gewöhnlichen Temperatu- ren so flüssig seyn, daß davon nichts am Glase hängen bleibt. Das Anhängen schwarzer Theilchen und mit den bloßen Au- gen nicht zu erkennende Kügelchen am Glase, zeigt immer eine Verunreinigung desselben, wenn auch nur mit Oxydul, an. Das Metall besitzt einen sehr starken, spiegelnden Metallglanz, und in der mittleren Temperatur ein specifisches Gewicht von 13,568 (Cavendish und Brisson), 13,575 (Fahrenheit), 13,613 (Biddle). Im erstarrten Zustande hat man das eigenthüm- liche Gewicht zu 14,391 berechnet. Es siedet bei einer Tem- peratur von 346 Gr. Cels. (Crichton), 349 Gr. (Dalton), 356,25 Gr. (Heinrich), 360 Gr. (Dulong und Petit). In dieser Temperatur verwandelt es sich in farbenlose Dämpfe. Die Verflüchtigung des Quecksilbers durch Verdampfung tritt aber auch schon in der gewöhnlichen Temperatur ein, sowohl im lufterfüllten als im luftleeren Raum. Bei einer Tempe- ratur von + 60 bis 80 Gr. verflüchtigt sich, nach Herrn Stromeyer, eine bedeutende Menge Quecksilber mit Wasser-

dämpfen. Das Quecksilber dehnt sich in allen Temperaturen bis zu seinem Siedepunkt sehr regelmäßig aus. 100 Theile verlängern sich vom Gefrier- bis zum Siedepunkt des Wassers bis 101,835.

In der gewöhnlichen Temperatur bleibt das Quecksilber, sowohl an der Luft als in reinem Wasser, ganz unverändert. Erst in einer höheren Temperatur, welche jedoch den Siedepunkt des Quecksilbers nicht übersteigt, oxydirt es sich langsam; aber die Oxyde des Quecksilbers werden in einer noch höheren Temperatur, unter Entwickelung von Sauerstoffgas und Verflüchtigung des regulinischen Quecksilbers, wieder zersetzt. Reines Quecksilber bleibt bei anhaltendem Schütteln in allen bekannten Gasarten, und selbst im Weingeist, ganz unverändert. Wenn es mit anderen Metallen verunreinigt ist, so entsteht beim Schütteln in atmosphärischer Luft oder in Sauerstoffgas, ein graues Gemenge aus den Oxyden der dem Quecksilber beigemischt gewesenen unedlen Metalle, und aus höchst fein zertheilten Quecksilberkügelchen. Aber auch reines Quecksilber zertheilt (zerschlägt) sich, durch anhaltendes Schütteln mit Wasser, Aether und Oelen, und durch Reiben mit verschiedenen Körpern, die chemisch nicht unmittelbar auf das Metall einwirken, in ein graues Pulver, welches man Aethiops per se genannt, und von welchem man angenommen hat, daß es oxydulirtes Quecksilber sey. Dieses Tödten, oder diese Extinction des Quecksilbers, ist jedoch nur eine, durch die Zwischenlagerung der fremden Körper bewirkte außerordentlich feine Zertheilung der Quecksilberkügelchen.

Man kennt zwei Oxydationsstufen des Quecksilbers. Das Oxydul (96,19 Metall und 3,81 Sauerstoff) hat eine schwarze Farbe, und wird schon in der Wassersiedhitze in Quecksilber und in Oxyd zersetzt, weshalb es sich auch nur schwierig darstellen läßt. Das Oxyd (92,66 Metall und 7,34 Sauerstoff) hat bei einer ziegelrothen Farbe, einen sehr starken Glanz, und

bildet oft krystallinische Schuppen, deren specifisches Gewicht 11,074 — 11,29 beträgt. Durch Zerreiben zu dem feinsten Pulver erhält es eine oraniengelbe Farbe. Das Hydrat des Oxyds ist ausgezeichnet citronengelb, und wird durch gelindes Erhitzen wieder roth. In der Glühhitze wird das Oxyd zersetzt, wobei sich das Quecksilber, wenn die angewendete Hitze den Siedepunkt des Metalles übersteigt, in Dämpfen erhebt. Dies Verhalten des Oxyds giebt zugleich ein Mittel, das Quecksilber von den Metallen mit welchen es verunreinigt ist, zu befreien, wobei indeß immer eine Verunreinigung mit Oxydul eintritt. Die Darstellung des Oxyds aus dem Quecksilber geschieht im Großen in besonderen Fabriken, und man betrachtet es als ein Fabrikengeheimniß, dem Oxyd eine schöne Farbe und starken Glanz zu ertheilen. Das Oxyd wird beim Erhitzen schwarz, nimmt aber beim Erkalten wieder die rothe Farbe an, welche vorzüglich schön zum Vorschein kommt, wenn das Oxyd bis zu einer gewissen Temperatur erhitzt worden ist, und höchst langsam erkaltet. Das Oxyd hat einen unangenehmen metallischen Geschmack, und ist sehr giftig.

Mit dem Schwefel verbindet sich das Quecksilber nur in einem Verhältniß, nämlich in demjenigen, welches dem Oxyd entspricht. Obgleich das Metall in Verbindung mit Schwefel am häufigsten in der Natur vorkommt, so bereitet man jetzt doch fabrikenmäßig den Zinnober größtentheils auf nassem Wege aus Quecksilber, Schwefel und wässrigem Kali. Dieser Zinnober hat, wenn die Verhältnisse richtig getroffen sind, eine schönere Farbe als der durch Zusammenreiben des Quecksilbers mit geschmolzenem Schwefel und durch darauf folgendes Sublimiren bereitete Zinnober. Auch der natürliche Zinnober hat selten eine so schöne hochrothe Farbe. Das specifische Gewicht des Zinnobers ist 8,1. In verschlossenen Gefäßen verflüchtigt er sich, ohne sich zu zersetzen. Die Sublimation erfolgt in einer Temperatur, welche nicht viel höher ist als diejenige, bei

welcher das Quecksilber siedet. Wird der Zinnober bei Luftzutritt geglüht, so entweicht der Schwefel als schwefligtsaures Gas, und es bleibt reguliniſches Quecksilber zurück, welches sich in einer höheren Temperatur verflüchtigt. Die Zersetzung des Zinnobers erfolgt aber auch ohne Luftzutritt durch Kohle, durch Alkalien und alkalische Erden und durch viele Metalle und Metalloxyde, wobei sich immer regulinisches Quecksilber in Dämpfen erhebt. Die Zersetzung durch Kohle, wobei sich Kohlenschwefel bildet, erfordert indeß einen ziemlich hohen Grad der Temperatur, bei welcher sich der Zinnober schon zu verflüchtigen anfängt. Die Alkalien und alkalischen Erden bewirken die Zersetzung schon in niedrigeren Glühgraden. Ein Zusatz von Kohle scheint, besonders bei der Anwendung von alkalischen Erden, die Zersetzung sehr zu erleichtern, und eine Verminderung der Temperatur möglich zu machen. (Vierte Abtheilung, bei Quecksilbererzprobe).

Die Verbindungen des Quecksilbers mit den Metallen sind unter dem Namen der Amalgame bekannt. Eisen verbindet sich nicht unmittelbar mit dem Quecksilber. Auch mit manchen anderen Metallen sind noch keine Amalgame dargestellt, und einige Erdenmetalle, so wie auch Molybdän, Chrom, Nickel, Kobalt, Titan, Uran und Mangan, scheinen keine, oder doch nur eine sehr geringe Verbindungsfähigkeit mit dem Quecksilber zu besitzen. Am wichtigsten sind die Amalgame mit Gold, Silber, Kupfer, Zinn. Die Verbindungsfähigkeit des Blei, Arsenik, Antimon und Wismuth mit Quecksilber erschwert nicht selten die Gewinnung des Silbers aus seinen Erzen durch die Amalgamation.

Von den Quecksilbererzen.

Das Quecksilber kommt in der Natur theils gediegen und frei von aller Beimischung, theils gediegen und mit Silber verbunden, als natürliches Silber-Amalgam, und theils in Ver-

bindung mit Schwefel vor. Zwar wird es auch als ein natürliches Quecksilberchlorür (Quecksilber-Hornerz), ferner als Selen-Quecksilber verbunden mit Selen-Zink, und endlich als Jod-Quecksilber angetroffen; allein die Verbindungen mit Chlor, Jod und Selen gehören zu den überaus seltenen Arten des Vorkommens, und können metallurgisch nicht berücksichtigt werden. Auch das natürliche Silber-Amalgam ist ein so sehr seltenes Erz, daß es nur in den Sammlungen aufbewahrt und nicht verarbeitet wird. Das reine gediegene Quecksilber wird häufiger angetroffen. Zuweilen wird es schon in der Grube gesammelt, indem es sich bei der Gewinnung der Erze nicht vermeiden läßt, daß es theilweise ausfließt, und sich dann in kleinen Sümpfen im Tiefsten der Grube ansammelt, weshalb auch die Strecken und Gewinnungsörter absichtlich gekehrt werden, indem man den Schmand, welcher sich nicht mehr fördern läßt, den Sümpfen im Tiefsten zufallen läßt, die von Zeit zu Zeit ausgeleert und untersucht werden. Ein anderer Theil des gediegenen Quecksilbers wird bei den Aufbereitungsarbeiten gewonnen, wobei man das regulinische Metall in besonderen Sümpfen aufzufangen sucht. Das geschieht indeß nur da, wo die Quecksilbererze nicht bloß einer Handscheidung, sondern auch einer Setz- und Klaubarbeit unterworfen werden. Das Quecksilber welches auf eine solche ganz mechanische Weise gewonnen wird, heißt zu Idria Jungfern-Quecksilber. Der größte Theil des gediegenen Quecksilbers bleibt aber in sehr kleinen Kügelchen bei dem Quecksilbererz, und wird zugleich mit dem Quecksilber aus dem Erz durch die metallurgischen Arbeiten ausgeschieden. Immer ist jedoch das gediegene Quecksilber nur zufällig ein Gegenstand der metallurgischen Verarbeitung der Quecksilbererze, worunter man daher nur das mit Schwefel verbundene Quecksilber, oder den Zinnober, versteht. Den ganz reinen und in derberen Massen vorkommenden Zinnober pflegt man auszuhalten, um ihn auf Mahlerfarbe zu benutzen. Nur

der eingesprengte und angeflogene, die Bergart oft in feinen Schnüren durchsetzende reine Zinnober, so wie der mit der Bergart innig gemengte, also unreine Zinnober (Lebererz, Korallenerz, Branderz) werden zur Gewinnung des Quecksilbers angewendet. Dies ist indeß auch die gewöhnliche Art wie der Zinnober gewonnen wird, indem der ganz reine Zinnober in derben Massen ein nicht sehr häufiges Vorkommen ist.

Der Quecksilbergehalt des Zinnobers ist, wie sich von selbst versteht, immer derselbe. Allein der Zinnobergehalt des Erzes richtet sich ganz nach der Art des Vorkommens. Diejenigen Erze, bei welchen der Zinnober ein ganz inniges Gemenge mit der Bergart bildet (die Quecksilber-Lebererze), können durch die Aufbereitungsarbeiten von den erdigen Beimengungen nicht befreit werden. Aber auch die ganz taube Bergart sondert man durch die Aufbereitung von dem reinen Zinnober und von dem Lebererz gewöhnlich nur sehr unvollständig ab, weil man durch eine zu weit getriebene Handscheidung einen Verlust an fein eingesprengtem oder auch nur angeflogenem Zinnober befürchtet. Eine solche, absichtlich unvollkommene Handscheidung, findet besonders auf den Gruben statt, wo das Scheidemehl und der Grubenschmand nicht weiter aufbereitet, sondern ebenfalls als arme Quecksilbererze benutzt werden. Genauer wird die Handscheidung dort vorgenommen, wo das Scheidemehl und der Grubenschmand durch Siebsetzen und Klauben, und sodann in den Naßpochwerken und Wäschen weiter aufbereitet, und zu Setzgraupen und Schlichen gezogen werden. Das Verfahren bei der Aufbereitung ist aber ganz von der Art des Vorkommens des Zinnobers abhängig. Findet sich derselbe nur sehr fein eingesprengt, so zieht man es oft vor, die ganze erzführende Gangart durch die Handscheidung bloß von dem tauben Gestein zu befreien, und die Gangmasse zu kleinen Stücken zu zerschlagen; statt sie durch die Poch- und Wascharbeit anzureichern, und zu Schlich zu ziehen.

Der größere Aufwand an Brennmaterial bei der Verarbeitung der Erze, steht mit dem Erzverlust bei der Aufbereitung dann nicht in einem solchen Verhältniß, daß man den letzteren nicht auf Kosten an Zeit und Brennmaterial zu vermeiden suchte. Bei solchen Erzen ist, wie leicht zu erachten, die Quecksilber-Erzprobe sehr unzuverläßig, und man kann das Resultat der metallurgischen Verarbeitung der Erze selbst, als eine, obgleich sehr unvollkommene Probe des Quecksilbergehaltes der Erze ansehen.

Vorbereitungsarbeiten werden mit den Quecksilbererzen nicht vorgenommen. Weil der Zinnober durch Kohle, durch Kalk und durch atmosphärische Luft so leicht zerlegt wird, so bedürfen die Erze keiner Vorbereitung, vielmehr würde dadurch nur ein Quecksilberverlust herbeigeführt werden.

Von der Gewinnung des Quecksilbers.

In verschlossenen Gefäßen würde sich der Zinnober in Dämpfen erheben, ohne in seine Bestandtheile zerlegt zu werden. Trifft man aber die Vorrichtung so, daß die atmosphärische Luft zu dem glühenden Erz einen Zutritt hat, so entweicht der Schwefel als schwefligte Säure, und das Quecksilber verflüchtigt sich in Dämpfen, welche sich leicht condensiren lassen. Die Absonderung des Schwefels kann aber auch ohne Luftzutritt, durch kohlensauren Kalk, oder durch Kohle, und am besten durch beide Körper gemeinschaftlich geschehen. Den einfachen Destillationsprozeß, bei welchem der Zinnober mit kohlensaurem Kalk in Retorten erhitzt wird, wendet man sowohl zu Ober-Moschel und Landsberg im Zweibrückischen, als zu Zalathna in Siebenbürgen, wirklich an. Auf eine noch einfachere Weise verfährt man in Spanien (Almaden) und in Krain (Idria), wo man die Quecksilbererze durch Flammenfeuer in Schachtöfen erhitzt, welche oben geschlossen und nur mit einer Oeffnung versehen sind, aus welcher sowohl die

Flamme und der Rauch aus dem Feuerraum, als auch die Dämpfe des Quecksilbers aus dem Schachtofen entweichen müssen. Es ist dabei nichts weiter erforderlich, als die Dämpfe durch zweckmäßige Vorrichtungen zu verdichten. Die Zersetzung des Zinnobers geschieht hierbei theils durch die unzerlegt gebliebene atmosphärische Luft, welche aus dem Feuerungsraum mit der Flamme in den Ofen tritt, und den Schwefel in schwefligte Säure umändert (also durch eine wirkliche Röstarbeit), theils durch die Kalkerde, welche sich als Bergart bei dem Zinnober befindet, theils endlich durch das Bitumen, welches (wenigstens in Idria) die Quecksilbererze stets begleitet.

Wie verschieden die Vorrichtungen waren, deren man sich früher zur Gewinnung des Quecksilbers aus den Erzen bedient hat, ist schon in der ersten Abtheilung gezeigt worden. Auch in späteren Zeiten wurden ähnliche Vorrichtungen häufig noch angewendet. In Europa beschränken sich aber die Methoden der Gewinnung des Quecksilbers jetzt auf die Anwendung der Galeerenöfen und der Schachtöfen. Bei den ersteren befindet sich das Erz in verschlossenen Gefäßen, wird durch Zuschläge (Kalk) zersetzt, und die sich entwickelnden Quecksilberdämpfe werden in Vorlagen aufgefangen und verdichtet. In den Schachtöfen wird das Erz unmittelbar durch die Flamme des Brennmaterials erhitzt, weshalb dies Verfahren auch weniger kostbar, und der Anwendung der Galeerenöfen wohl vorzuziehen ist, wenn die Condensirung der Dämpfe vollständig erfolgen kann.

Die Gefäßöfen, oder die sogenannten Galeerenöfen, haben im Allgemeinen die Einrichtung, welche der in den Zeichnungen Fig. 765—768. dargestellte Ofen zeigt, wo Fig. 768. die obere Ansicht und den Horizontaldurchschnitt nach AB, Fig. 765. den senkrechten Querdurchschnitt nach CD, Fig. 767. die Ansicht von den beiden langen, und Fig. 766. die Ansicht von den beiden kurzen Seiten des Ofens darstellen. Die Anzahl

der Retorten ist sehr willkührlich; man hat Oefen von 40—60 Retorten, nach deren Anzahl sich dann auch die Länge des Ofens richten muß. Der Rost a ist der Länge nach durch den Ofen gelegt, so daß die Flamme des Brennmaterials die Retorten unmittelbar umspielt. Die beiden langen Seitenwände des Ofens, durch welche die Retortenhälse hindurch geführt sind, dienen der aus Ziegeln angefertigten, flachen Kappe oder Haube b des Ofens nicht unmittelbar zu Widerlagen, sondern man bedient sich dazu zweier gegossener eiserner Balken c, welche mit ihren Enden auf den Brustmauern des Ofens liegen, und in der Mitte durch eiserne Anker gehalten werden, welche von bogenartigen Balken unter der Schlotte c, die zur Ableitung des Rauches und der Dämpfe bestimmt ist, herabhängen. Der Rauch von dem Brennmaterial wird durch Oeffnungen im Gewölbe abgeführt, und in die Schlotte geleitet. Die Retorten sind von Gußeisen. Diejenigen zu Ober-Moschel (Herr Schulze, im Archiv III. 44) haben in ihrer größten Dicke, oder im Bauch, einen Durchmesser von 16 Zoll. Sie sind 3 Fuß lang, von welcher Länge dem Halse 1 Fuß gehört, welcher zunächst der Retorte 5½ bis 6 Zoll, und an seiner Mündung 4½ bis 5 Zoll im Durchmesser weit ist. Die Eisenstärke am Halse von ½ Zoll nimmt bis in die Mitte des Bodens bis 1¼ Zoll zu. Der Bauch der unteren Retortenreihe wird mit Ziegelstücken so hoch unterbaut, daß dadurch eine Feuergasse entsteht, und der Retortenhals eine Neigung gegen den Horizont von etwa 8 Graden erhält. Jene Ziegelstücken dienen also den Retorten der unteren Reihe zu Unterlagen. Die Retorten der oberen Reihe ruhen aber auf den unteren Retorten, und zwar auf den Wechseln derselben, damit die Flamme besser durchgreifen kann. Die Vorlagen bestehen aus gebranntem Thon; sie sind 14 Zoll hoch und auswendig im Bauch 8 Zoll weit. Sie werden etwa zum sechsten Theil ihres Inhaltes mit Wasser angefüllt, dann an den

Hals der Retorten gelegt, und die Fugen, bis auf eine kleine Oeffnung, mit Lehm verstrichen. Nach jedem Brande werden die Vorlagen abgenommen, die Retorten vermittelst eines eisernen Krätzers ausgeräumt, und von neuem mit Erz besetzt, welches mit einer Füllschaufel von Eisenblech eingetragen wird. Ein Brand dauert etwa 8 Stunden. In den Vorlagen hängt sich mehr Quecksilber an den Wänden der Retorte, als in dem vorgeschlagenen Wasser condensirt wird. Man streicht es mit den Fingern nieder, und gießt den Inhalt sämmtlicher Vorlagen in große irdene Schüsseln, in welchen es mit Lumpen oder Hadern getrocknet wird. Durch die überaus feine mechanische Zertheilung hat es noch eine graue Farbe, der alles metallische Ansehen abgeht. Gebrannter Kalk giebt dem Quecksilber sogleich wieder das metallische Ansehen. Der Kalk mit welchem das Quecksilber zu diesem Zweck gemengt wird, so wie die grauen Schlämme, welche an den Wänden der Reinigungsgefäße hängen bleiben, müssen zusammen gekehrt, und gelegentlich wieder destillirt werden.

Wenn der Zinnober nicht in Gangarten bricht, welche Kalk enthalten, so muß das Erz, welches in Stücken von der Größe einer Linse bis zu der einer Haselnuß angewendet wird, mit kohlensaurem Kalk beschickt werden. — Zu Zalathna in Siebenbürgen bedient man sich kleinerer Retorten von Thon, welche zur Hälfte mit Zinnobererz und Kalk gefüllt werden. Die Galeerenöfen haben dort 60 Retorten, nämlich 30 auf jeder Seite. Die Einrichtung der Oefen und das Verfahren bei der Destillation sind im Wesentlichen ganz übereinstimmend mit der Zweibrücker Methode.

Die Galeerenöfen gestatten keine große Ausdehnung der Fabrikation, und erfordern, außer dem großen Aufwande an Zeit und an Löhnen, auch viel Brennmaterial. Die Verdichtung der Dämpfe wird durch die engen Räume in den Vorlagen sehr erschwert. Die Zersetzung des Zinnobers macht da-

her auch die Anwendung einer höheren Temperatur nöthig, als bei dem gewöhnlichen Luftdruck. Deshalb sind die Galeerenöfen eigentlich nur bei geringen jährlichen Produktionsquantitäten anzurathen. In Spanien hat man sich zuerst der Schachtöfen bedient, welche man demnächst auch nach Idria verpflanzt hat. Es ist nicht zu bezweifeln, daß die Quecksilbererze in den Ofenschächten durch die unmittelbare Einwirkung der Flamme vollständiger und mit einem geringeren Verbrauch an Brennmaterial zersetzt werden, als in den verschlossenen Gefäßen. Man giebt aber den Galeerenöfen deshalb den Vorzug, weil sie eine vollkommenere Condensirung der Quecksilberdämpfe gestatten, also einen geringeren Metallverlust veranlassen sollen. Diese Voraussetzung ist jedoch nur alsdann gegründet, wenn die Schachtöfen mit unvollkommenen Condensirungsvorrichtungen versehen sind. Bedient man sich, wie zu Idria, großer Räume, in welche die Dämpfe aus dem Ofenschacht geleitet werden, so ist eine solche Condensirungsvorrichtung den engen Retortenvorlagen weit vorzuziehen, und der Metallverlust ganz unbezweifelt durchaus unerheblich.

Die Construktion des Ofens ist sehr einfach. Der Ofenschacht besteht aus einem rechtwinklichen Parallelepipedum, in welchem sich unten der Feuerungs- und über demselben der Glühraum befindet. Beide Räume sind durch ein durchbrochenes, oder durch ein mit Oeffnungen versehenes Gewölbe von einander getrennt. Das Gewölbe dient dem zu brennenden Erz zur Unterlage. Beim Eintragen des Erzes hat man nur die Vorsicht zu beobachten, es nicht so dicht über einander zu legen, daß der Durchzug der Flamme und des Rauches verhindert wird. Wenn die Ofenschächte niedrig sind, so ist ein Verstopfen der Zwischenräume durch das Erz so leicht nicht zu besorgen, indem man die größeren Erzstücke immer unten auf das Gewölbe bringt, und die kleineren Stücken darüber schüttet. Aber bei hohen Schächten sucht man den Durchgang

der Flamme dadurch zu erleichtern, daß man den Glühraum durch ein oder zwei Gewölbe, welche ebenfalls mit Oeffnungen versehen sind, in zwei oder drei Abtheilungen theilt. Die Erze erhalten dadurch eine bessere Unterlage, und gestatten der Flamme und den Dämpfen leichter einen Durchzug, besonders wenn sie durch das Brennen etwas zusammen sintern. Befinden sich die Erze in einem sehr zerkleinerten Zustande, oder sollen die Setzgraupen und die Schliche gebrannt werden, welche von der nassen Aufbereitung erfolgen; so würden die Erze im Ofenschacht auch durch die Anwendung von mehreren Gewölben nicht gehörig aufgelockert bleiben; die Schliche würden durch die Zwischenräume zwischen den größeren Erzstücken hindurch fallen, und den Ofen verstopfen. Man bedient sich daher (in Idria) der Cassetten oder Schaalen aus gebranntem feuerfestem Thon, welche mit den kleinen Graupen und Schlichen angefüllt, und auf die Gewölbe gestellt werden. Jede Cassette hat etwa 10 Zoll im Durchmesser, und ist vom Boden bis zum Rande 2½ Zoll tief, so daß sie, weil sie ganz mit Schlichen angefüllt wird, etwa 200 Kubikzoll Inhalt hat. Die Oefen zum Erzbrennen erhalten (in Idria) zwei Gewölbe oder Etagen, die durch die Gewölbe gebildet werden; die Oefen zum Schlichbrennen sind mit drei Gewölben oder Etagen versehen. Bei den Oefen zum Erzbrennen kommt es nicht darauf an, den Gewölben eine horizontale Oberfläche zu geben, welches aber bei den Gewölben in den Schlichbrennöfen durchaus nöthig ist, damit die Cassetten eine feste Stellung erhalten. — Weil die Feuerung mit Holz geschieht, so bedarf man keines Rostes, sondern das Holz liegt unmittelbar auf der Sohle des Feuerungsraumes, welcher vorne durch eine Thüre geschlossen ist, durch welche auch das Holz nachgetragen wird. Die zum Verbrennen des Holzes erforderliche Luft, wird durch Zugöffnungen, welche in den Seitenmauern des Ofens befindlich sind, und welche unmittelbar in der Höhe der Heerdsohle

einmünden, herbeigeführt. Die Flamme steigt, aus dem ganz verschlossenen Feuerungsraum, durch die Oeffnungen in dem Gewölbe, welches den Feuerungsraum von dem untersten Glühraum trennt, in diesen, und aus dem untersten Glühraum in den zweiten und dritten. Der oberste, zweite (oder, bei den Schlichbrennöfen, der dritte) Glühraum, ist oben durch ein Gewölbe geschlossen, damit der Rauch und die Dämpfe in die Verdichtungsvorrichtungen gelangen, zu welchem Zweck sich eine Oeffnung unmittelbar unter dem Gewölbe befindet, welche mit der Verdichtungsvorrichtung in Verbindung steht. Das Einsetzen der Erze und das Herausnehmen der Rückstände geschieht durch Thüröffnungen, die sich in jeder Etage in der Schachtmauer befinden, und welche während des Brandes mit einer verlorenen Mauer verschlossen werden. Beim Besetzen der Erzbrennöfen bringt man zuerst die größeren Stücken auf die Gewölbe, und läßt die kleineren, nach Maaßgabe ihrer abnehmenden Größe folgen, so daß die kleinsten Stücken ganz oben zu liegen kommen. Nachdem die erste Etage so angefüllt ist, wird mit der zweiten in ähnlicher Art verfahren, und mit dem Anzünden des Holzes im Feuerungsraum vorgeschritten, sobald die Thüröffnungen im Ofenschacht wieder vermauert sind. Als Grundlage für die reicheren Erze in der untersten Etage wendet man gewöhnlich sehr arme, nicht scheidewürdige Erze, oder solche Erze an, die höchst fein und nicht sichtbar eingesprengten Zinnober enthalten. Beim Besetzen der Schlichöfen müssen die mit Schlichen angefüllten Schaalen so gestellt werden, daß der Durchzug der Flamme nicht gehindert wird. Jede Etage wird übrigens von einem Gewölbe bis zum anderen mit Schaalen angefüllt. Zu Idria sind die Ofenschächte so groß, daß eine Etage 600 neben- und übereinander gestellte Schaalen faßt, so daß ein mit 3 Etagen versehener Ofen, mit 1800 Schaalen besetzt wird. Ein Brand ist in drei Tagen beendigt, indem ein Tag zum Einsetzen und Feuern, der zweite

zum Abkühlen, und der dritte zum Austragen der Rückstände, und zum Sammeln des in den Verdichtungsvorrichtungen erhaltenen Quecksilbers verwendet wird.

Der mehr oder weniger günstige Erfolg von der Anwendung der Schachtöfen zur Gewinnung des Quecksilbers, wird vorzüglich durch die Einrichtung der Condensirungsvorrichtungen bestimmt, denn die Zerlegung des Zinnobers kann in den Schachtöfen sehr vollständig bewirkt werden. Früher bediente man sich zur Verdichtung der Quecksilberdämpfe der sogenannten Aludeln, welche auf einer geneigten Ebene, — auf dem sogenannten Aludelplan, — lagen, und durch welche die Dämpfe hindurch geführt wurden. Unter dem oberen Gewölbe des Schachtes befanden sich 4, 5 oder 6 parallel neben einander liegende Oeffnungen, aus welchen die im Schacht sich entwikkelnden Dämpfe in die Aludelreihen gelangten. Diese thönernen Gefäße, oder Aludeln, hatten zwei Oeffnungen, so daß immer ein Gefäß mit dem andern, und die erste Aludel einer jeden Reihe mit der zugehörigen Oeffnung im Ofenschacht verbunden ward. Man gab den Aludelreihen auf dem Aludelplan erst eine abfallende, und dann wieder eine ansteigende Lage, so daß sich alles Quecksilber in den mittleren Aludeln einer jeden Reihe, welche am tiefsten lagen, sammeln mußte. Die zweite Oeffnung der letzten ansteigenden, oder vom Ofenschacht am weitesten entfernten Aludel, stand mit einer Verdichtungskammer in Verbindung, aus welcher der Rauch in die Luft geleitet ward. Es lagen so viele Reihen von Aludeln neben einander auf dem Aludelplan, als sich Abzugöffnungen für die Dämpfe unter dem Gewölbe im Ofenschacht befanden. Die Aludeln waren so eingerichtet, daß der Hals der einen in die Oeffnung der anderen hineingeschoben werden konnte, um die Fugen beim Aneinanderstoßen von je zwei Aludeln leichter mit Thon verdichten zu können. Alle Aludeln einer und derselben Reihe bildeten daher einen ununterbrochenen Canal oder

eine Rinne, welche luftdicht geschlossen war. Nur die mittelsten, oder die am tiefsten liegenden Aludeln, waren auf der unteren Fläche, mit welcher sie auf dem Aludelplan lagen, durchbohrt, damit das verdichtete Quecksilber ausfließen, und vom Aludelplan durch eine Rinne in ein Sammelgefäß gelangen konnte. Die Aludeln wurden aber häufig schadhaft, vorzüglich wenn der Ofen stark gefeuert ward, auch entstand durch die Fugen, ungeachtet der Verklebung, ein bedeutender Quecksilberverlust, weshalb man sich statt der kostbaren Aludeln, die zu einer großen Menge von Fugen Veranlassung gaben, einfacher gemauerter Kanäle bediente. Immer bleibt aber diese enge Verdichtungsvorrichtung sehr mangelhaft, und führt nothwendig einen Verlust an Metall herbei. Außerdem war man genöthigt, die Flamme beim Nachtragen des Holzes, zuerst nicht durch den Ofen, sondern durch eine besondere Esse abzuleiten, damit durch die stark erhitzten Dämpfe und durch die Menge des sich entwickelnden Rauches, die Aludelreihen, oder statt derselben die gemauerten Kanäle, nicht gesprengt würden. Diese Art der Condensirung gestattete also, außer ihrer übrigen großen Mangelhaftigkeit, nicht einmal die vollständige Benutzung des Brennmaterials; auch war man, eben deshalb weil man die Flamme nur periodisch durch den Glühraum und durch die Condensirungskanäle leiten durfte, genöthigt, niedrige Glühräume anzuwenden. — Man hat daher, mit großem Vortheil, zu Idria die engen Verdichtungskanäle ganz abgeworfen, und statt derselben große gemauerte Verdichtungskammern eingeführt. Die dadurch erreichten Vortheile bestehen nicht allein in einer schnelleren und vollständigeren Condensirung der Quecksilberdämpfe, und in einer fast gänzlichen Beseitigung des Metallverlustes durch Verflüchtigung; sondern auch darin, daß man höhere Oefen oder Ofenschächte mit mehreren Etagen anwenden konnte, indem die aus dem Feuerungsraum aufsteigende Flamme, durch alle Gewölbe der Glühräume

hindurch, mit den sich entwickelnden Quecksilberdämpfen zugleich in die Verdichtungskammern geleitet wird. Zur Ableitung des Rauches und der Dämpfe in die Verdichtungskammern befinden sich, unmittelbar unter den Gewölben in einer jeden Etage, ein paar Oeffnungen in der Seitenmauer des Ofens, welche zugleich die eine Seitenmauer der Verdichtungskammer bildet. Man theilt diese großen Verdichtungskammern durch senkrechte Scheidewände in 3, 4 oder auch mehr Abtheilungen. In die erste Abtheilung tritt der Rauch vom Brennmaterial mit den Quecksilberdämpfen gleichzeitig ein, und in dieser Abtheilung erfolgt der stärkste Niederschlag. Was sich nicht verdichtet, wird durch die, in der Scheidewand zwischen der ersten und zweiten Abtheilung, und zwar ganz unten in der Sohle dieser Wand befindlichen Oeffnungen, in die zweite Abtheilung geleitet, muß in derselben in die Höhe steigen, und sich aus den Oeffnungen, welche sich oben in der Scheidewand zwischen der zweiten und dritten Abtheilung befinden, in die dritte Abtheilung begeben, in dieser sich hinabsenken, und durch die Abzugöffnungen, die unten in der Zwischenwand zwischen der dritten und vierten Abtheilung vorhanden sind, in diese vierte Abtheilung treten, in welcher dann alle Dämpfe die keiner weiteren Verdichtung fähig sind, in die Höhe steigen, und aus einer Schlotte abgeführt werden. In der zweiten Abtheilung ist der Niederschlag noch nicht ganz unbedeutend; in der dritten schlägt sich aber sehr wenig, und in der vierten fast gar nichts nieder. Die massiven Wände der Verdichtungsräume haben einen Ueberzug von Kalkmörtel, der sich sehr bald mit Ruß und Flugasche überzieht, die von Zeit zu Zeit abgekehrt, zusammengebracht, und in ein großes steinernes Behältniß gethan werden. Hier rührt man diese Krätze um, damit sich die darin befindlichen Quecksilberkügelchen vereinigen, und zu Boden senken. Will sich durch Drücken und Pressen kein Quecksilber mehr absondern, so wird die Krätze zum

Schlichofen gebracht, und in den Cassetten mit den Schlichen wieder durchgebrannt. Die Sohle aller Abtheilungen der Verdichtungskammer fällt von hinten nach vorne etwas ab, damit sich das verdichtete Quecksilber vorne ansammeln, und in einer steinernen Rinne, welche vor der Verdichtungskammer liegt, und mit jeder Abtheilung durch eine Oeffnung in Verbindung steht, nach Beendigung des Brandes, abgelassen werden kann. Die Oeffnungen zum Ablassen des verdichteten Quecksilbers aus den einzelnen Abtheilungen, sind während des Brandes sorgfältig verschlossen.

Man legt zwar gewöhnlich zwei Oefen neben einander an, und giebt ihnen eine gemeinschaftliche Rückwand, um dadurch die Kosten für eine Mauer zu ersparen; allein die Condensirungsvorrichtungen des einen Ofens müssen doch von denen des anderen immer ganz getrennt seyn.

Die Zeichnungen Fig. 781—783. stellen zwei mit einander verbundene Schachtöfen zur Darstellung des Quecksilbers nach der alten Einrichtung dar. Fig. 781. A′ und B′ ist die Oberansicht der Oefen und der Durchschnitt nach AB; Fig. 782. der Vertikalschnitt nach CD, und Fig. 783. C′ und D′ der Horizontaldurchschnitt in den Höhen EF und GH. Die Oefen sind nur mit einem Gewölbe S zum Tragen der Erze versehen. Die atmosphärische Luft tritt durch die Oeffnungen a in dem Gewölbe welches den Feuerungsraum R von dem Aschenraum D trennt, an das Brennmaterial. Die Esse C ist mit einem Schieber versehen, um verschlossen werden zu können, wenn die Flamme durch die Oeffnungen in dem Gewölbe S an das Erz treten soll. Der Rauch und die Dämpfe gelangen durch 6 Oeffnungen W aus dem Ofenschacht in eben so viele Reihen von Aludeln K, von denen die mittelsten und am tiefsten liegenden M, unten durchbohrt sind, um das verdichtete Quecksilber auf den Aludelplan H fallen zu lassen. Weil der Aludelplan, welcher auf massivem Gewölbe ruht, von

allen Seiten gegen N geneigt ist, so sammelt sich dort das Quecksilber, und wird durch hölzerne Röhren y in den Sumpf z unter dem Aludelplan, in welchem sich Wasser befindet, geleitet. Die Dämpfe aus der letzten ansteigenden Aludel x, welche sich in dem durch die Aludeln gebildeten Kanal nicht verdichtet haben, treten in die Condensirungskammer L, werden durch die senkrechte Scheidewand G genöthigt, sich nach unten zu begeben, um sich in der mit Wasser angefüllten Rinne F zu verdichten. Sodann begeben sie sich durch Oeffnungen, welche sich unten in der Scheidewand G befinden, in die zweite Abtheilung P der Condensirungskammer, schlagen sich dort vollends nieder, und treten endlich durch die Oeffnung Q, welche zur Abhaltung des Regens mit einem leichten hölzernen Ueberbau O versehen ist, an die Atmosphäre. Der Quecksilberverlust wird theils durch die engen Condensirungsräume veranlaßt, welche den Zug der Dämpfe beschleunigen, theils und vorzüglich durch die Menge der Fugen, welche die Aludeln mit einander bilden. Die Fugen müssen während des Brandes unaufhörlich nachgesehen und lutirt werden, geben aber dennoch Veranlassung, daß viele Dämpfe entweichen, ohne sich verdichten zu können.

Die neuere Einrichtung der Oefen stellen die Zeichnungen Fig. 775. in der Vorderansicht, Fig. 776. im Längenprofil nach der Linie AB, und Fig. 777. und 779. in den Querprofilen nach CD und EF dar; Fig. 778. ist aber ein Horizontaldurchschnitt nach der Linie GH. Die Feuerung dieses Doppelofens mit Scheitholz geschieht durch die Oeffnung a unter einem aus feuerfesten Ziegeln gewölbten und durchbrochenen Rost b ohne allen Aschenfall. 5 und 5 Fuß über b befinden sich noch 2 gleiche Roste d; und diese 3 Roste werden durch Oeffnungen c, welche während des Ofenganges verblendet sind, mit Erzen bestürzt. Die Quecksilberdämpfe gelangen durch die Kanäle f in die Räume g, verdichten sich daselbst, und der sie

begleitende Rauch vom Brennmaterial entweicht durch die Esse h. Die gemauerte Sohle der Condensirungskammern g ist mit eisernen Platten belegt, welche, sich von hinten nach vorne und gegeneinander neigend, Rinnen bilden, in denen die zu Tropfen verdichteten Quecksilberdämpfe aus dem Ofen fließen. Die Thüren i sind zum Reinigen der Condensirungskammern bestimmt; während der Feuerung müssen sie aber verblendet seyn. Die Oeffnungen zum Ablassen des in den Kammern verdichteten Quecksilbers, befinden sich ganz unten in der Sohle der Räume g. Diese Oeffnungen korrespondiren mit den Rinnen, welche durch die eisernen Platten gebildet werden, und sind natürlich, während des Betriebes der Oefen, ebenfalls geschlossen. Das aus den geöffneten Oeffnungen abgelassene Quecksilber wird vermittelst einer steinernen oder eisernen Rinne in einen gemeinschaftlichen Sumpf geleitet, aus welchem es sodann zur weiteren Versendung in Gefäße gefüllt wird.

Literatur.

Notice des ouvrages qui traitent du mercure etc. Journ. des mines. No. 17. p. 57. — G. F. Hildebrandt chemische und mineralogische Geschichte des Quecksilbers. Braunschweig, 1793. — J. J. Ferber, Beschreibung des Quecksilberbergwerks zu Idria. Berlin, 1774. — J. J. Ferber, bergm. Nachrichten von den merkwürdigsten mineralischen Gegenden der Zweibrückischen u. s. f. Länder. Mietau, 1776. — Muche, Anleitung zur Kenntniß des Quecksilberbergwerks zu Idria. Wien, 1780. — Ueber die Quecksilbergruben in der Pfalz; von Schulze. Archiv III. 36. — Karsten, über die Quecksilbergewinnung zu Idria; in dessen metallurg. Reise durch einen Theil von Bayern und Oesterreich. Halle, 1821. S. 257. — Mémoire sur les méthodes de destillation de mercure, qui ont été et sont encore en usage dans le Palatinat; par Beurard; Journ. des mines. XXXVIII. 401. — Becker's Reisen in Ungern. II. 156. — Sperges, Tyroler Bergwerksgeschichte. S. 180. — Ueber die Quecksilbererzeugung und den Zinnoberbergbau zu Horzowitz im Berauner Kreise in Böhmen; von Rosenbaum. Bergbaukunde. I. 200.

Arsenik.

Das Arsenik (Fliegenstein, Scherbenkobalt) ist in regulinischer Gestalt selten der Gegenstand einer metallurgischen Gewinnung aus den Arsenikerzen, weil das regulinische Metall nur eine sehr geringe Anwendung in den Künsten und Gewerben gefunden hat. Gewöhnlich wird es im oxydirten Zustande aus den Erzen dargestellt, und man bedient sich sogar des oxydirten Arseniks bei den Metallmischungen, statt des regulinischen, indem man die Schmelzung in Tiegeln mit Kohlenstaub verrichtet, wobei die Reduction des Oxyds zu regulinischem Metall ungemein leicht erfolgt.

Das regulinische Arsenik hat eine eisengraue Farbe, und besitzt dabei einen starken Metallglanz, der auf der frischen Bruchfläche dem Glanz des nicht polirten Stahls gleich kommt. Farbe und Glanz gehen an der Luft verloren, indem sich das Metall mit einer schwarzgrauen Rinde bedeckt, und endlich ganz zerfällt. Nicht alles Arsenik ist in gleichem Grade geneigt, an der Luft zu zerfallen, indem einiges die Farbe, den Glanz und den Zusammenhang sehr lange behält, anderes hingegen schon nach wenigen Tagen den Metallglanz auf der Oberfläche verliert, und sich schnell in ein schwarzes Pulver umändert. So wahrscheinlich es ist, daß dies verschiedenartige

Verhalten, von der Reinheit und von den fremdartigen Beimischungen des Metalles herrührt, so fehlt es darüber doch noch an Untersuchungen. — Das regulinische Metall welches durch Destillation oder durch Sublimation dargestellt wird, bildet eine krystallinische Masse, die sich rindenartig an den Wänden der Verdichtungsgefäße anlegt. Das specifische Gewicht des Metalles ist 5,76 (Lavoisier) bis 5,959 (Guibourt). Es ist ein durchaus sprödes Metall, welches sich sehr leicht zerpulvern läßt.

Das Arsenik ist sehr wenig feuerbeständig. Es verflüchtigt sich schon in einer Temperatur von + 180 Gr. Cels., und läßt sich daher, bei abgehaltenem Luftzutritt, bei der Destillation leicht in den Vorlagen aufsammeln. Die Dämpfe des regulinischen Arseniks sind an dem eigenthümlichen starken knoblauch- und phosphorähnlichen, widrig süßlichen Geruch leicht zu erkennen. Dieser Geruch kommt nur dem regulininischen Metall zu, und nicht dem oxydirten; es scheint indeß daß er in dem Augenblick entsteht, wenn das regulinische Metall durch Reduction aus dem Oxyd gebildet wird, oder wenn das reducirte Metall wieder Sauerstoff aufnimmt. — Das Arsenik schmelzt erst in einer höheren Temperatur als diejenige ist, bei welcher es sich verflüchtigt. Daher ist es im geschmolzenen Zustande nicht bekannt. Daß es unter einem starken Druck, wodurch die Verflüchtigung verhindert oder erschwert wird, geschmolzen werden kann, ist sehr wahrscheinlich.

Der Veränderungen welche das Metall an der feuchten Luft erleidet, ist schon erwähnt worden. Das Pulver zu welchem es dabei zerfällt, ist ein Suboxyd, welches etwa aus 92 Metall und 8 Sauerstoff zu bestehen scheint. Dies Suboxyd zerfällt beim Erhitzen in verschlossenen Gefäßen in regulinisches Metall und in Oxyd (weißen Arsenik), welche sich in den Vorlagen verdichten. Trockene Luft und reines von aller atmosphärischen Luft befreites Wasser, wirken nicht auf das Arsenik.

Wenn das Arsenik bis zum Verdampfen erhitzt, und die atmosphärische Luft dabei nicht abgehalten wird, so verwandelt es sich in weiß gefärbte Dämpfe, welche sich theils als grauweiße Flocken, theils als ein krystallinisches Sublimat verdichten, und an kalten Körpern absetzen. In einer höheren Temperatur verbrennt das Arsenik, bei statt findendem Luftzutritt, mit einer blaßblauen Flamme, aus welcher sich ebenfalls weiße Dämpfe erheben, und an kalten Körpern als weiße, krystallinische Flocken verdichten. Dies weiße Sublimat ist das Oxyd des Arseniks (Arsenigte Säure, Arsenikblumen, Weißer Arsenik, Hüttenrauch [zum Theil], Giftmehl, Arsenikmehl, Rattengift). Es besteht aus 75,8 Arsenik nnd 24,2 Sauerstoff. Man bedient sich des Arsenikoxydes zur Bereitung einiger Mahlerfarben, in den Färbereien und Kattundruckereien, und bei der Glasbereitung, um das Eisenoxydul, welches das Glas grün färbt, in Eisenoxyd umzuändern, wobei das Arsenikoxyd zerlegt wird. Das Oxyd lößt sich in Wasser auf, wobei indeß einige, noch nicht genügend erklärte Erscheinungen eintreten, indem das auch im Uebermaaß vorhandene Wasser niemals alles Oxyd vollständig auflößt. Bei + 100 Gr. soll das Oxyd 12⅗ Theile, bei + 60 Gr. 22 Theile, bei + 18 Gr. 50 Theile, und bei + 10 Gr. 66⅔ Theile Wasser zur Auflösung erfordern (Bucholz); aber eine Auflösung die in einer bestimmten Temperatur so viel Arsenikoxyd aufgenommen hat, als sie vermag, läßt sich durch Verdunsten oder durch Abdampfen, ohne Ausscheidung des Oxyds, so stark concentriren, daß sie etwa aus 8 Theilen Wasser und 1 Theil Oxyd besteht, welches sich dann erst krystallinisch auszuscheiden anfängt. Das Oxyd ist nicht viel feuerbeständiger als das Metall, denn es verflüchtigt sich schon bei + 185 Gr. Cels. Eine Veränderung in der Zusammensetzung erleidet es durch die Verflüchtigung nicht, wenn auch die atmosphärische Luft einen Zutritt hat. In flachen und ganz offenen Gefäßen wird das Oxyd

zuerst in einen etwas erweichten Zustand versetzt, und erhebt sich dann in Dämpfen, welche sich stets zu krystallinischen Nadeln (Arseniksublimat) verdichten. Erhitzt man das mehlartige Oxyd aber in tiefen Gefäßen, welche mit einem Aufsatz versehen sind, an dessen Wänden sich die Dämpfe absetzen können, so daß sie sich nicht plötzlich verdichten; so schmelzen sie zu einem weißen Glase (weißes Arsenikglas). Zwischen dem Glase und dem weißen krystallinischen Sublimat ist kein Unterschied mehr vorhanden, als derjenige welcher aus der Verschiedenheit der Textur entspringt. Weil das Arsenikoxyd in den tiefen Gefäßen eine dicht über einander liegende Masse bildet, so wird nicht allein dadurch, sondern auch durch die Aufsätze, an deren Wänden sich die aufsteigenden Dämpfe absetzen müssen, ohne sich sogleich in weiten Räumen zu verlieren, der mechanische Druck verstärkt, so daß das Oxyd vor der Verflüchtigung stärker erhitzt werden kann. Die Wände der aufgesetzten Röhren befinden sich außerdem, weil die Aufsätze unmittelbar mit dem Gefäß in welchem die Sublimation des Oxyds vorgenommen wird, verbunden sind, in einem erwärmten Zustande, so daß sich die heißen Dämpfe zwar absetzen können, aber noch hinreichend stark erhitzt bleiben, um beim Erstarren eine geschmolzene Masse zu bilden. Der Theil der Dämpfe, welcher sich nicht an den Wänden der Aufsatzröhren anlegt, muß in Verdichtungskanäle oder Kammern geleitet werden, wo er sich in krystallinischen Nadeln (als Sublimat) absetzt. Das Arseniksublimat und das weiße Glas sind daher nichts anderes als gereinigtes Arsenikoxyd. Man verlangt indeß im Handel, daß das Arsenikoxyd sich im geschmolzenen Zustande (in dem des weißen Glases) befinde, weshalb die Sublimation des Arsenikmehls so geleitet werden muß, daß dabei möglichst wenig Arseniksublimat entsteht, obgleich das Sublimat oft ein ungleich reineres Oxyd ist, als das weiße Glas. Es versteht sich von selbst, daß das reine Arse-

nikmehl, das Glas und das Sublimat in ihren chemischen Eigenschaften durchaus nicht verschieden sind. Das frisch bereitete Glas ist vollkommen durchsichtig, fast farbenlos, hat einen glasartig muschlichen Bruch, und ein specifisches Gewicht von 3,71. Durch langes Liegen an der Luft erhält es das Ansehen eines weißen Emails, und wird undurchsichtig. Eine chemische Veränderung erleidet es dabei durchaus nicht, auch nimmt es keinesweges Wasser aus der Atmosphäre auf, wie behauptet worden ist, indem nicht die mindeste Gewichtsveränderung statt findet. Die Umänderung des Glases in Email schreitet im Verhältniß der Zeit fort, so daß bei einem und demselben Stück sich noch ein Theil im Zustande des durchsichtigen Glases, der andere in dem des Email befinden kann. Es scheint dabei dieselbe Ursache zum Grunde zu liegen, welche das Farbenspiel des Opals hervorbringt. Das Glas erhält nämlich ganz feine Risse und Klüfte, die sich zwar durch das Auge nicht erkennen, aber durch das Gehör warnehmen lassen. In einem Raum in welchem sich ansehnliche Quantitäten Arsenikglas aufbewahrt befinden, vernimmt man ein fortwährendes Knistern, bemerkt auch nicht selten ein Zerspringen der ruhig liegenden Stücken, selbst nach Verlauf von einigen Jahren. — Das Arsenikoxyd wird schon in einer Temperatur, welche die Glühhitze noch nicht erreicht, durch Kohle zu Metall reducirt. Durch Erhitzen des weißen Arseniks mit Kalk und kohlensauren Alkalien, bilden sich arseniksaure Verbindungen, wobei ein entsprechender Theil des Oxyds zu Metall rereducirt wird.

Die Arseniksäure, welche aus 65,3 Metall und 34,7 Sauerstoff besteht, schmelzt vor dem Glühen ebenfalls zu einem Glase (von 3,391 spec. Gew.), zerfällt aber in starker Glühhitze in Oxyd und in Sauerstoff, wenn sie nicht an einer Base gebunden ist. Bei den Röstarbeiten entsteht sie zufällig und in sehr geringen Quantitäten nur dann, wenn das zu

röstende Erz, Kalk oder alkalische Erden enthält, und einer starken Hitze, ohne Kohlen, ausgesetzt ist. Die natürlichen arsenikſauren Verbindungen gehören sämmtlich zu den seltener vorkommenden Erzen.

Arsenik und Schwefel verbinden sich in allen Verhältnissen mit einander. Es giebt aber verschiedene Verbindungen des Arsenik mit Schwefel in bestimmten Verhältnissen, von welchen zwei in der Natur vorkommen. Die eine von diesen Verbindungen ist die aus 1 Mischungsgewicht Arsenik und 1 Mischungsgewicht Schwefel. Dies Schwefelmetall hat eine rothe Farbe, und ist unter dem Namen Realgar, Rauschroth, rothes Rauschgelb, Arsenikrubin, rothes Schwefelarsenik, Rubinschwefel und Sandarach bekannt. Es besteht aus 70,2 Arsenik und 29,8 Sauerstoff. Das in der Natur vorkommende rothe Schwefelarsenik enthält gewöhnlich etwas weniger Arsenik; ich habe darin niemals weniger als 68,671 Arsenik (und 31,329 Schwefel), und niemals mehr als 69,16 Arsenik (und 30,84 Schwefel) gefunden, wenn die reinsten Stücke zur Analyse ausgesucht wurden. Das spec. Gew. des natürlichen, hyacinthrothen Schwefelmetalles ist 3,6. Es läßt sich künstlich durch Sublimiren von Arsenik mit Schwefel, auch durch Schmelzen von Schwefelarsenik mit Schwefel, so wie durch Schmelzen von Schwefelarsenik mit Arsenik darstellen, je nachdem das angewendete Schwefelarsenik noch nicht so viel, oder schon mehr Schwefel enthält, als zur Bildung des rothen Arseniks erforderlich ist. Das durch Zusammenschmelzen von Arsenik und Schwefel erhaltene rothe Schwefelarsenik, bildet eine rothe glasartige Verbindung (rothes Arsenikglas), deren Zusammensetzung mit der des natürlichen rothen Schwefelarsenik nur dann übereinstimmt, wenn das Verhältniß beider Bestandtheile richtig getroffen ist. Man hat dazu aber kein anderes Anhalten als dasjenige, welches sich aus der Farbe der Verbindung ergiebt. Daher kommt es, daß der Arsenikgehalt des

künstlichen rothen Arsenikglases von 68 bis 72, also der Schwefelgehalt von 32 bis 28, und vielleicht noch mehr variiren, wenn man die Tiefe oder die Höhe der Farbe nicht ganz richtig beurtheilt. Das rothe Arsenik ist eine leicht schmelzbare Verbindung, welche zuerst flüssig wird, ehe sie verdampft. Die Verflüchtigung erfolgt in einer Temperatur, welche der Glühhitze nahe kommt. Bei abgehaltener Luft sublimirt sich das rothe Schwefelarsenik unverändert; hat die Luft Zutritt, so zersetzt sich die Verbindung, indem sich schwefligte und arsenigte Säure entwickeln, wobei das Schwefelmetall, wenn die Glühhitze erreicht ist, mit blauer Flamme verbrennt.

Die zweite in der Natur vorkommende Verbindung des Arsenik mit Schwefel, entspricht der Verbindung des Arsenik mit Sauerstoff in der arsenigten Säure. Dies Schwefelmetall besteht also aus 1 Mischungsgewicht Arsenik und 1½ Mischungsgewichten Schwefel, oder aus 61,04 Arsenik und 38,96 Schwefel. Es ist unter dem Namen gelbes Schwefelarsenik, Rauschgelb, gelbes Rauschgelb, Operment oder Auripigment bekannt. Das natürliche Rauschgelb hat eine schöne citronengelbe Farbe ins Pomeranzengelbe, einen Diamantglanz und ein blättriges Gefüge. Wenn man auch die reinsten Stücken aussucht, so findet sich doch die Zusammensetzung ziemlich verschieden, indem der Arsenikgehalt von 60 bis 62 Prozent variirt. Das künstliche Operment, welches durch Zusammenschmelzen von Realgar mit Schwefel erhalten wird, zeigt niemals die reine gelbe Farbe, den Glanz und das Gefüge des natürlichen Rauschgelb, indem die Farbe immer einen starken Stich ins Röthliche, und die erkaltete Masse ein glasartiges Ansehen erhält. In der erhöheten Temperatur mit oder ohne Luftzutritt verhält es sich wie das Realgar, nur mit dem Unterschiede, daß das in verschlossenen Gefäßen geschmolzene Rauschgelb nach dem Erkalten die gelbe Farbe nicht wieder annimmt, sondern eine schöne rubinrothe glasartige Masse darstellt, welche beim Zer-

reiben ein gelbliches Pulver giebt. Die Farbenveränderung rührt zum Theil daher, daß durch die Luft in dem Gefäß etwas arsenigte Säure gebildet, also das Verhältniß des Arsenik zum Schwefel vermindert wird. Ein solches, in verschlossenen Gefäßen umgeschmolzenes Rauschgelb, welches eine schöne rubinrothe Glasmasse bildete, fand ich zusammengesetzt aus 59,23 Arsenik und 40,77 Schwefel. Die Veränderung des Gefüges ist aber wahrscheinlich noch mehr als der verminderte Arsenikgehalt, die Ursache der Farbenveränderung durch das Schmelzen. Das gelbe Rauschgelb wird künstlich nicht im Großen bereitet, weil man dem Produkt die schöne gelbe Farbe und den Glanz des natürlichen nicht geben kann.

Häufiger als die Verbindungen des regulinischen Arseniks mit Schwefel, wendet man in den Färbereien die Verbindung des weißen Arsenik oder der arsenigten Säure mit Schwefelarsenik an. Die arsenigte Säure läßt sich mit dem Realgar sowohl, als auch mit dem Operment, in jedem Verhältniß zusammenschmelzen, ohne daß eine Zersetzung entsteht, wenn der Zutritt der Luft abgehalten wird. Man bereitet aber die unter dem Namen: Gelbes Arsenikglas, bekannte Verbindung von weißem Arsenik mit etwas Schwefelarsenik, nicht durch unmittelbares Zusammenschmelzen von arsenigter Säure mit Schwefelarsenik, weil beide Bestandtheile sich in der zum Zusammenschmelzen und zum genauen Vermengen im flüssigen Zustande erforderlichen Temperatur, schon verflüchtigen; sondern man bereitet das gelbe Arsenikglas durch die Sublimation, wobei man sich derselben Vorrichtungen, wie zum Reinigen des Arsenikmehls, oder zur Darstellung des weißen Arsenikglases aus dem Giftmehl bedient. Das gelbe Arsenikglas würde jedoch sehr ungleichartig ausfallen, wenn man zur Darstellung desselben ein Gemenge von weißem Arsenik und von Schwefelarsenik anwenden wollte. Um der sublimirten glasartigen Masse die möglichst größte Gleichartigkeit zu ertheilen,

bedient man sich eines Gemenges von noch nicht gereinigtem Arsenikmehl und von Schwefel, und bewirkt die Bildung des Schwefelarseniks durch die Zersetzung eines Theils der arsenigten Säure durch einen Theil Schwefel. Durch das Erhitzen des Gemenges in dem Sublimationsgefäß bilden sich folglich schwefligte Säure, welche man entweichen läßt, und Schwefelarsenik, welcher mit dem unzersetzt bleibenden weißen Arsenik sublimirt wird. Eine geringe Beimischung von Schwefelarsenik giebt dem weißen Arsenikglase schon eine starke gelbliche Färbung. Das im Handel vorkommende gelbe Arsenikglas enthält oft nicht mehr als $1\frac{1}{2}$ bis höchstens 2 Prozent Schwefel, und besitzt doch schon eine ziemlich intensive gelbe Farbe. Das auf solche Art bereitete gelbe Arsenikglas ist in Wasser auflöslich, indem das Schwefelarsenik vom Wasser mit aufgenommen wird, folglich durch siedendes Wasser nicht ausgezogen, und von der arsenigten Säure nicht befreit werden kann. Auf welcher Schwefelungsstufe das Schwefelarsenik in dem gelben Arsenikglase stehen mag, läßt sich nach der Theorie kaum beurtheilen, und durch die Analyse nur unzuverläßig ausmitteln. Sehr wahrscheinlich ist es aber, daß sich bei der Einwirkung des Schwefels auf die in großem Uebermaaß vorhandene arsenigte Säure, nicht Realgar, sondern Operment bildet, wie auch aus der gelben Farbe des Glases hervorzugehen scheint.

Von den Arsenikerzen.

Eben so wie das Antimon, macht das Arsenik einen wesentlichen Bestandtheil einiger Silber- und Kupfererze aus, und wird dann in der Regel durch die Röstarbeiten verflüchtigt, ohne ein Gegenstand metallurgischer Benutzung zu seyn. Außer bei den eigentlichen Silbererzen (bei dem lichten Rothgültigerz) ist dies bei den sogenannten Fahlerzen der Fall, in sofern sie Arsenik, oder Arsenik und Antimon, und nicht Anti-

mon allein, enthalten. Aber das Arsenik findet sich in der Natur noch in Verbindung mit Kobalt, so wie mit Kobalt und Schwefel. Diese Erze werden bergmännisch nicht des Arseniks, sondern des Kobaltes wegen gewonnen, und sind daher Kobalterze. Sehr häufig sucht man aber die Kosten der Röstarbeit dadurch zu decken, oder wenigstens zu vermindern, daß man jene Erze noch auf Arsenik benutzt, und ihren Arsenikgehalt als weißen Arsenik beim Rösten auffängt. In derselben Art wie mit dem Kobalt (und mit dem Nickel) kommt das Arsenik aber auch in Verbindung mit Eisen, so wie mit Eisen und Schwefel vor. Diese Erze sind als die eigentlichen Arsenikerze zu betrachten, weil sie ihres Arsenikgehaltes wegen gewonnen werden, indem das Eisen, als ein noch wohlfeileres Metall wie das Arsenik, aus Erzen dargestellt wird, deren bergmännische Gewinnung und metallurgische Behandlung mit geringeren Kosten verknüpft ist, als die Arsenikerze veranlassen würden. Außerdem kommen die Arsenikerze (die Verbindungen des Arsenik mit Eisen, oder mit Eisen und Schwefel) häufig in Gesellschaft mit Zinnerzen und mit Kupfererzen auf Gängen vor. Durch die Aufbereitung lassen sich die Schliche der Arsenikerze von den Zinn- und Kupfererz-Schlichen, nicht, oder doch nur höchst unvollständig trennen, weil die Verschiedenheit des specifischen Gewichtes zu unbedeutend ist. Das Arsenik muß daher, um die Schliche auf Zinn oder auf Kupfer benutzen zu können, durch die Röstarbeit entfernt werden. Man verbindet deshalb, wie bei den Kobalterzen, die Verflüchtigung des Arsenik mit der Gewinnung des Arsenikoxydes oder der arsenigten Säure. Ein großer Theil des Arsenik, welches bei den metallurgischen Operationen dargestellt wird, bereitet man absichtlich nicht aus eigentlichen Arsenikerzen, sondern theils aus Kobalterzen (S. Kobalt), welche das Arsenik wesentlich in ihrer Mischung enthalten, theils aus Zinn- und Kupfererzen, welche mit Arsenikerzen verunreinigt sind. Das Arsenik

ist also ein Nebenprodukt, welches bei der Benutzung der genannten Erze, durch die mit denselben vorzunehmenden Vorbereitungsarbeiten gewonnen wird. Man mag aber das Arsenik als ein Nebenprodukt aus jenen Kobalt-, Zinn- und Kupfererzen gewinnen, oder es aus den absichtlich zur Arsenikfabrikation geförderten eigentlichen Arsenikerzen darstellen; so ist doch die Behandlung der Erze zur Gewinnung des weißen Arsenik immer dieselbe. Nur die Einrichtung der Röstöfen ist in sofern verschieden, als die Flamme bei den Röstarbeiten, bei welchen das Arsenik als Nebenprodukt gewonnen wird, in gewöhnlicher Art über den Röstheerd, und nicht unter denselben geleitet wird.

Das Arsenik kommt in der Natur in sehr verschiedenen Zuständen vor. Es findet sich gediegen, als arsenigte Säure, als Arseniksäure, in Verbindung mit Schwefel, in Vereinigung mit Metallen, und in Verbindung mit Schwefel und mit anderen Metallen zugleich. Größtentheils sind die Arsenikerze, wie die Antimonerze, ein Eigenthum der Ur- und Uebergangsgebirge, so wie der Porphyre und der verwandten Gebirgsarten.

Wo das gediegene Arsenik in derben Massen vorkommt, wird es unter dem Namen: Fliegenstein oder Scherbenkobalt ausgehalten, und als ein fertiges Produkt verkauft. Befindet es sich mit anderen Erzen eingesprengt in der Gangart, so wird es als eine Verunreinigung für diese Erze angesehen, und der Arsenikgehalt wird durch die Röstarbeit entweder verflüchtigt, oder als ein Nebenprodukt gewonnen.

Die natürliche arsenigte Säure, oder die sogenannte Arsenikblüthe, ist ein selten vorkommendes Fossil. So auch die arseniksaure Kalkerde, oder der Pharmacolith. Auch die in der Natur vorkommenden Verbindungen der Arseniksäure mit den Oxyden der schweren Metalle, mit Eisenoxydul und Eisenoxyd, mit Kobaltoxyd, mit Nickeloxyd, mit Kupferoxyd und mit Bleioxyd, gehören zu den mineralogischen Seltenheiten.

Die natürlichen Verbindungen des Arsenik mit Schwefel, nämlich der Realgar und das Operment, werden, wo sie in so derben Massen vorkommen, daß sie bei der mechanischen Aufbereitung ausgehalten werden können, als ein schon fertiges, verkaufbares Produkt angesehen, und unterliegen nicht weiter einer metallurgischen Behandlung. Finden sie sich fein eingesprengt, in Gemeinschaft mit anderen Erzen, so sucht man den Arsenik- und den Schwefelgehalt der aufbereiteten Schliche durch die Röstarbeit zu entfernen. — Beide Schweflungsstufen des Arsenik werden aus einigen, noch jetzt thätigen Vulkanen verflüchtigt, und zugleich mit anderen vulkanischen Produkten auf die Erdoberfläche gebracht.

In Verbindung mit anderen Metallen hat man das Arsenik bis jetzt mit Nickel, mit Kobalt und mit Eisen angetroffen. Diese drei Verbindungen, besonders aber die mit dem Nickel und mit dem Kobalt, kommen häufig gemeinschaftlich vor, und können dann durch die mechanische Aufbereitung nicht getrennt werden. Arsenik-Nickel und Arsenik-Kobalt sind fast immer mit einander gemengt, so daß es oft schwer ist, reine Stücken von dem einen oder von dem anderen auszuschlagen. Die sogenannte Speise, welche bei der Bereitung des blauen Farbenglases aus den Kobalterzen, in den Schmelzgefäßen gebildet wird, enthält daher auch stets Nickel.

Arseniknickel (Kupfernickel) besteht seiner wesentlichen Zusammensetzung nach aus etwa 43,3 Nickel und 56,7 Arsenik. Gewöhnlich enthält das Erz aber noch kleine, obgleich sehr unbedeutende und unwesentliche Beimischungen von Eisen, Blei und Schwefel. Herr Berthier hat den Kupfernickel von Allemont untersucht, und darin, außer Spuren von Eisen, Mangan und Kobalt, 39,94 Nickel, 48,8 Arsenik, 8 Antimon und 2 Schwefel gefunden.

Arsenikkobalt (Speißkobalt) enthält, außer Kobalt und

Arsenik, noch einige mehr zufällige als wesentliche Beimischungen von anderen Metallen. Herr Stromeyer fand in dem Speißkobalt von Riechelsdorf 74,21 Arsenik, 20,31 Kobalt, 3,42 Eisen, 0,15 Kupfer und 0,88 Schwefel. Dies Erz ist also als ein sehr reiches Arsenikerz zu betrachten, und wird auch größtentheils (nebst dem Arseniknickel) auf Arsenik benutzt, obgleich es nicht seines Arsenikgehaltes wegen gewonnen und gefördert wird.

Arsenikalkies (auch unrichtig Arsenikkies genannt), ist dasjenige Erz, welches seines Arsenikgehaltes wegen gewonnen wird. Es kommt aber auch in Begleitung mit den Erzen anderer Metalle vor, und wird dann zuweilen auch auf Arsenik benutzt, wobei die Arsenikgewinnung jedoch nur als eine Nebensache erscheint. Der Arsenikalkies von Reichenstein in Schlesien besteht, nach meiner Untersuchung, aus 65,88 Arsenik, 32,35 Eisen und 1,77 Schwefel. Der Schwefelgehalt muß indeß einer zufälligen, und gar nicht zu vermeidenden Verunreinigung mit Magnetkies zugeschrieben werden. Aus dem Arsenikalkies läßt sich in einer anhaltenden und starken Glühhitze fast der ganze Arsenikgehalt durch eine einfache Destillation im regulinischen Zustande absondern, weshalb dies Erz nicht blos zur Bereitung des weißen Arsenik, sondern auch des Arsenikmetalles, sehr geeignet ist. Arseniknickel und Arsenikkobalt verhalten sich indeß eben so, und man würde das Arsenik durch die Destillation vollständiger als durch die Röstarbeit entfernen, wenn man nicht veranlaßt wäre, der Röstarbeit den Vorzug zu geben, theils weil sie weniger Brennmaterial erfordert, theils weil das weiße Arsenik ein mehr gesuchter Handelsartikel ist, als das regulinische Metall.

Eine andere Reihe von Verbindungen bildet das Arsenik, ebenfalls mit dem Nickel, Kobalt und Eisen, in denjenigen Erzen, in welchen es außerdem noch mit Schwefel verbunden

ist. Diese Erze sind früher wohl mit den eben genannten drei Erzen, welche keinen Schwefel enthalten, verwechselt worden. Man kann sich die Zusammensetzung der Erze, die zu dieser Reihe gehören, so vorstellen, als ob der ganze Arsenikgehalt mit dem einen Theil, und der ganze Schwefelgehalt mit dem anderen Theil des Nickel, Kobalt oder Eisen verbunden wäre. Diese Erze würden dann aus Arseniknickel, oder aus Arsenikkobalt, oder aus Arsenikeisen bestehen, welche mit Schwefelnikkel, oder mit Schwefelkobalt, oder mit Schwefeleisen, im Maximo des Schwefelgehaltes verbunden sind. Bei der Destillation, oder bei dem Glühen in verschlossenen Gefäßen, geben diese Erze zuerst Schwefelarsenik, worauf reguliniſches Arsenik übergeht, und Schwefelnickel, oder Schwefelkobalt, oder Schwefeleisen auf einer niedrigeren Schweflungsstufe zurück bleiben. Bei der Röstarbeit, oder beim Glühen mit Luftzutritt, werden schwefligte Säure und arsenigte Säure verflüchtigt, und es bleiben die Oxyde von Nickel, Kobalt oder Eisen, mit einem mehr oder weniger bedeutenden Rückhalt an Arsenik zurück. — Nickel und Kobalt werden zuweilen mehr oder weniger durch Eisen vertreten. Herr H. Rose fand bei der Untersuchung des Arsenikkieses von Hobambo, daß in diesem Erz auch ein Theil des Eisens durch Kobalt ersetzt wird.

Nickelglanz (weißes Nickelerz) fand Herr Pfaff zusammengesetzt aus 24,42 Nickel; 45,90 Arsenik; 10,46 Eisen und 12,36 Schwefel (Verlust 7,86). Herr Döbereiner fand in einem Nickelglanz 4—5 Prozent Kobalt, welcher (eben so wie das Eisen) die Stelle des Nickel vertritt.

Kobaltglanz (Glanzkobalt) von Modum enthält, nach Herrn Stromeyer's Untersuchung, 43,46 Arsenik; 33,10 Kobalt; 3,23 Eisen und 20,08 Schwefel.

Arsenikkies (Mispickel) von Freiberg besteht, nach Herrn Stromeyer, aus 42,88 Arsenik, 36,04 Eisen und 21,08

Schwefel. Der von mir untersuchte Arsenikkies enthielt 43,73 Arsenik, 35,62 Eisen und 20,65 Schwefel.

Der Nickelglanz und der Kobaltglanz kommen gewöhnlich mit anderen Kobalterzen vor, und werden daher nicht des Arsenikgehaltes wegen gewonnen, aber sehr oft auf Arsenik benutzt, welches als Nebenprodukt bei der Röstarbeit im Zustande der arsenigten Säure gewonnen wird. Auch der Arsenikkies wird nicht immer absichtlich als Arsenikerz gefördert, sondern auf weißen Arsenik nebenher benutzt, weil er sich durch die Aufbereitung von den Zinn- oder Kupfererzen nicht trennen läßt, weshalb das Arsenik durch die Röstarbeit entfernt werden muß. Zuweilen ist er aber, wie der Arsenikalkies, ein wirkliches Arsenikerz, wenn er ohne Begleitung von anderen Erzen vorkommt, und nur wegen seines Arsenikgehaltes gewonnen wird.

Die Arsenikerze müssen jederzeit einer vollständigen Aufbereitung unterworfen werden, indem sie nur im Zustande der feinen mechanischen Zertheilung, oder als Schliche, auf Arsenik benutzt werden können. Sie gehen daher durch die nasse Aufbereitung, und nur diejenigen Erze, welche als wirkliche Arsenikerze, mit anderen Erzen nicht gemengt sind, oder bei welchen die Gewinnung des Arsenik nicht Nebensache ist, können trocken verpocht, oder auf andere Weise zerkleinert werden, wenn sie in derben Massen, und nicht eingesprengt in der Gangart vorkommen.

Vorbereitungsarbeiten finden bei den Arsenikerzen nicht statt. Im Gegentheil ist die Benutzung der Erze auf Arsenik, für diejenigen Erze eine wirkliche Vorbereitungsarbeit, welche nicht ihres Arsenikgehaltes wegen gewonnen, sondern welche auf andere Metalle benutzt werden (S. Kobalt).

Von der Gewinnung des Arsenik.

Das regulinische Arsenik würde durch Destillation aus dem oxydirten Arsenik, oder aus der arsenigten Säure, durch Zusatz von Kohlenstaub, sehr leicht bereitet werden können, weil die Reduction schon vor dem Glühen erfolgt. Man gewinnt das Metall aber aus den aufbereiteten Erzen durch die Destillation aus thönernen Retorten, welche mit Vorlagen versehen werden. Die Retorten liegen, wie in einem gewöhnlichen Galeerenofen, mehrentheils in zwei über einander liegenden Reihen, unmittelbar über dem Rost. Das erste Anfeuern geschieht ohne Vorlagen, welche erst vorgebracht werden, wenn sich Arsenikdämpfe entwickeln. Das Metall sammelt sich in den Vorlagen theils als eine krystallinische Rinde (Fliegenstein), theils als ein grauschwarzes, nicht krystallinisches Destillat (grauer Arsenik).

Am häufigsten wird das Arsenik aber im Zustande der arsenigten Säure aus den Erzen abgeschieden. Wenn der Prozeß des Röstens in gewöhnlichen Flammenöfen vorgenommen wird, bei welchen die Flamme über den Röstheerd geführt wird, wie es gewöhnlich da der Fall ist, wo die Arsenikgewinnung nebenher bei der Röstarbeit statt findet (S. Kobalt), so läßt sich die Verunreinigung der arsenigten Säure mit Asche, Ruß und Kohle nicht vermeiden, und die in den Verdichtungsräumen aufgefangene arsenigte Säure wird dann bei der demnächst folgenden Sublimation oder Reinigungsarbeit theilweise wieder reducirt werden. Man bedient sich daher zur Gewinnung des weißen Arsenik, wo dieselbe absichtlich unternommen wird, solcher Flammenöfen, bei welchen die Flamme nicht über den Heerd, sondern unter denselben geleitet wird. Die Flamme und der Rauch werden, nachdem sie den Boden und die Seitenwände des Heerdes erhitzt haben, durch eine besondere Esse abgeführt. Der Heerd bildet daher eine Art von einer großen

Muffel, welche mit einer Abzugsöffnung für die sich entwikkelnden Dämpfe von arsenigter Säure versehen ist. Aus jener Abzugsöffnung gelangen die Dämpfe in die Verdichtungsräume, oder in den sogenannten Giftfang. Dieser Giftfang ist bei den alten Einrichtungen, ein langer, oft viele hundert Fuß weit fortgeführter gemauerter Kanal; bei den neueren Einrichtungen aber sind es große und geräumige massive Kammern, welche sich theils neben, theils über einander befinden, so daß die Dämpfe durch alle diese Abtheilungen hindurch geleitet werden. Die Dämpfe welche sich nicht verdichten, treten aus einer Oeffnung in der letzten Kammer, oder in der letzten Abtheilung, und bei der alten Einrichtung aus einer Oeffnung in dem vom Ofen am mehrsten entfernten Punkt des Giftfanges, an die Atmosphäre. Die Arsenikschliche werden 2 bis 3 Zoll hoch auf dem Heerde, oder auf dem Boden der Muffel ausgebreitet, zuerst durch rasches Feuer bis zum Rothglühen erhitzt, dann in schwacher Hitze abgeröstet, und zuletzt wieder sehr stark erhitzt, um das Arsenik möglichst vollständig zu verflüchtigen. Die äußere Luft muß dabei einen freien Zutritt zu den Schlichen haben, weshalb der Heerd, während der Röstarbeit, auf der einen, und zwar der Abzugsöffnung entgegengesetzten Seite, stets offen ist. Durch diese Oeffnung werden auch die abgerösteten Schliche aus dem Ofen gezogen. Die frischen Schliche werden gewöhnlich durch eine Oeffnung im Ofengewölbe, — welche während der Arbeit verschlossen ist, — auf den Heerd gebracht. Während der eigentlichen Röstperiode müssen die Schliche mit einer eisernen Kratze wiederholt umgerührt werden, um der Luft stets eine neue Oberfläche darzubieten. Das verflüchtige Arsenikoxyd sammelt sich als Arsenikmehl in den Verdichtungsräumen, aus welchen es von Zeit zu Zeit ausgetragen wird. Es ist in diesem Zustande noch nicht Handelswaare, sondern es muß in gegossenen eiser-

nen Kesseln, welche einen Aufsatz von gegossenen oder geschmiedeten eisernen Trommeln oder von übereinander aufgestellten Cylindern erhalten, an deren Wänden sich das Oxyd verdichtet, und zu weißem Arsenikglas schmelzt, sublimirt, oder raffinirt werden. Der letzte cylindrische Aufsatz ist mit einer Blechhaube (Huth) geschlossen, und mit einer eisernen Röhre versehen, die in einen besonderen Giftfang führt, damit die arsenigte Säure, welche sich an den Wänden der Trommeln nicht als Glas verdichtet hat, einen Ausgang findet. Dies Oxyd, oder der sogenannte Sublimat, wird bei dem folgenden Raffiniren wieder mit angewendet, und dem Arsenikmehl beigefügt. Nach dem Erkalten werden die Trommeln auseinander genommen, und das Glas wird mit einem Brecheisen losgebrochen. Das Raffiniren muß zuweilen 2 auch 3 mal wiederholt werden, wenn das Mehl sehr grau geblieben, und durch zu starke Hitze bei der Röstarbeit nicht vollkommen oxydirt worden ist. Beim ersten Raffiniren pflegt das Glas immer noch sehr wenig durchsichtig zu seyn. Das Pulver welches beim Zerschlagen des guten Glases, oder beim Sortiren des durchsichtigen von dem noch nicht durchsichtigen, und daher wiederholt zu raffinirenden Glase abfällt, wird bei dem nächst folgenden Raffiniren immer wieder zugesetzt, weil das Arsenikglas in der pulverartigen Gestalt keine Käufer findet, obgleich es dem Glase in größeren Stücken in der Güte nicht nachsteht.

Die Zeichnnngen Fig. 803., 804. und 805. stellen einen Galeerenofen nach den Durchschnittlinien AB, CD und EF dar, wie er zu Reichenstein in Schlesien zur Bereitung des reguliniſchen Arsenik aus Arsenikalkies angewendet wird, und zwar Fig. 804. im Horizontaldurchschnitt, Fig. 803. im senkrechten Längendurchschnitt, und Fig. 805. im senkrechten Querdurchschnitt. Als Brennmaterial bedient man sich der Steinkohlen. Die Retorten liegen auf jeder Seite des Ofens in

zwei Reihen über einander. Sie haben die Gestalt von cylindrischen Kolben, sind 26½ Zoll lang, 5 Zoll im Durchmesser weit, und liegen ganz frei in dem Ofen über dem Rost, indem sie nur durch die Seitenmauer des Ofens fest gehalten werden. Den Vorlagen, welche aus demselben Thon wie die Retorten oder Kolben angefertigt sind, giebt man vorne eine Unterlage von Ziegelsteinen, worauf sie ruhen, wodurch sie auch zugleich eine etwas geneigte Lage gegen den Horizont erhalten. Die Vorlagen sind 17½ Zoll lang, haben aber einen geringeren Durchmesser als die Kolben, damit sie in diese hineingesteckt werden können. Die Fugen zwischen den Kolben und Vorlagen werden mit Thon lutirt. — Zum Abzuge des Rauches und der Flamme befinden sich Oeffnungen im Gewölbe des Oefens.

In den Zeichnungen Fig. 806—811. ist der zu Reichenstein befindliche Flammenofen dargestellt, welcher zum Abrösten der Arsenikschliche und zur Bereitung der arsenigten Säure angewendet wird. Fig. 807. ist der Horizontaldurchschnitt nach GH über dem Niveau der Flammenzüge, welche unter der Heerdsohle fortgeleitet sind; Fig. 811. ist der senkrechte Längendurchschnitt nach der Linie AB; Fig. 806. der senkrechte Querdurchschnitt nach der Linie CD; Fig. 808. der senkrechte Querdurchschnitt nach der Linie EF des Horizontaldurchschnittes; Fig. 810. die äußere Ansicht des Ofens von der Arbeitsseite, und Fig. 809. die Seitenansicht des Ofens. Es sind auf diesen Zeichnungen:

a. Die Oeffnung im Ofengewölbe zum Eintragen der abzuröstenden Arsenikschliche.

b. Die Oeffnung in der Rückwand des Ofens, der Arbeitsseite gegenüber, aus welcher die sich entwickelnden Dämpfe von arsenigter Säure in die Verdichtungskanäle und Kammern abgeführt werden. Diese Oeffnung kann mit einem ei-

fernen Schieber b, b verschlossen werden, welches indeß nur dann geschieht, wenn zwei Oefen (wie es zu Reichenstein der Fall ist), an gemeinschaftlichen Verdichtungsvorrichtungen liegen, damit der Betrieb ungestört fortgehen kann, wenn der Ofen, oder vielmehr der Röstheerd, durch längeren Gebrauch schadhaft geworden ist.

c. Die Flammenzüge, welche die von dem Rost aufsteigende Flamme unter dem Heerd des Ofens fortleiten, sich dann theilen, um den Heerd auf beiden Seiten c, c zu erhitzen, und welche mit der Schlotte h in Verbindung stehen, durch die der Rauch und die Flamme abgeführt werden. Diese Züge münden sowohl in der Rückwand als auf der Arbeitsseite des Ofens ganz aus, allein die Ausmündungsöffnungen sind stets mit einer verlorenen Mauer verschlossen, welche nur dann weggenommen wird, wenn die Züge gereinigt, und von der angesammelten Flugasche gesäubert werden sollen. Die Decke der Flammenzüge bildet zugleich die Grundlage für die Sohle des Röstheerdes.

d. Der Rost und die Feuerungsvorrichtung. Das Brennmaterial wird auf den beiden langen Seiten des Ofens eingetragen, indem der Rost die ganze Breite des Heerdes, zunächst der Arbeitsseite des Ofens, einnimmt. Der Rost ist überwölbt, und das Gewölbe steht mit den Flammenzügen c, mittelst der Füchse oder Flammenlöcher o, unmittelbar in Verbindung.

e. Ein Schlitz in der vorderen Wand des Ofens, auf der Arbeitsseite desselben, um die abgerösteten Arsenikschliche aus dem Ofen zu ziehen. Weil die abgerösteten Schliche noch einige Arsenikdämpfe entwickeln, so müssen sie schnell fortgeschafft werden. Der Schlitz e führt daher zu einem Gewölbe unter dem Ofen, in welches die glühenden Schliche durch den Schlitz hinabfallen, und worin sie durch hineingeleitetes Was-

ser sogleich abgelöscht werden. Der Schlitz e ist mittelst des eisernen Schiebers f stets verschlossen, und der Schieber wird nur in dem Augenblick aufgezogen, wenn die abgerösteten Schliche aus dem Ofen genommen werden.

g. Eine Schlotte, welche auf der Arbeitsseite des Ofens in die Höhe geführt ist, um die, beim Ausziehen der abgerösteten Schliche, sowohl vom Röstheerde als auch von dem Gewölbe unter dem Ofen, bei geöffnetem Schieber f, sich entwickelnden Dämpfe, in die freie Luft zu führen, und von den Arbeitern abzuhalten.

i. Eine eiserne Walze, die zum Auflegen des Werkzeuges (der eisernen Krücke) dient, womit die abzuröstenden Schliche auf dem Heerde umgerührt werden.

k. Der Brenn- oder Röstheerd, welcher von der Arbeitsseite bis zur Rückwand b etwas ansteigt, um dadurch das Fortstreichen der Luft über die abzuröstenden Schliche zu befördern. Die Luft strömt unmittelbar durch die stets offene Arbeitsöffnung in den Ofen. Zur Verstärkung des Zuges sind aus dem Gewölbe über dem Rost, die kurzen Züge m, korrespondirend mit den Flammenzügen c, mit dem Schlitz e in Verbindung gesetzt. Die Luft wird durch die Wärme, welche aus m und dadurch zugleich aus e ausströmt, verdünnt, und der Zutritt der kälteren atmosphärischen Luft auf solche Art verstärkt. Die Züge m sind zwar noch durch die vordere Mauer des Ofens auf der Arbeitsseite desselben hindurch geführt, allein diese Verlängerungen n sind stets geschlossen, und dienen nur zum Reinigen der Züge c.

Der Röstheerd ist aus doppelt über einander gelegten, 2 Zoll starken Thonplatten zusammengesetzt. Die Platten welche die unterste Schicht bilden, und welche unmittelbar auf der ausgeglichenen und geebneten Ziegelmauerung über dem Rost und über den Flammenzügen liegen, sind mit Falzen versehen,

so daß sie auf das genaueste mit einander verbunden werden können. Auf dieser ersten Reihe von Platten liegt die zweite, ohne Falzen. Die Platten müssen so nahe als möglich an einander gestoßen, und die Fugen sorgfältig mit Thon verstrichen werden, damit die Sohle des Röstheerdes eine ganz ebene Fläche bildet.

Der Luftzug wird theils durch das Oeffnen und Schließen des Aschenfalles p, theils durch Schieber regulirt, mit welchen die zur Schlotte führenden Kanäle h mehr oder weniger geschlossen werden können.

Diese Einrichtung der Röstöfen bietet vor der gewöhnlichen Einrichtung, nach welcher Flamme und Rauch aus dem Feuerungsraum über den Röstheerd geleitet werden, sehr wesentliche Vortheile dar. Theils wird nämlich das Sublimat, welches in den Verdichtungskammern aufgefangen wird, nicht mit Asche, Ruß und Kohlentheilchen verunreinigt; theils läßt sich die Abröstung, wegen des ungestörteren Luftzutrittes, vollständiger bewerkstelligen, theils endlich hat man nicht so leicht ein Weichwerden der abzuröstenden Schliche zu befürchten. Der Verbrauch an Brennmaterial ist allerdings etwas größer, als bei den gewöhnlichen Flammenröstöfen; allein die erwähnten Vortheile sind dann überwiegend, wenn es darauf ankommt, ein reines Sublimat zu erhalten.

In Reichenstein werden zu einem Brande jedesmal 10 Centner Arsenikalschliche eingetragen, welche in einer Zeit von 12 Stunden, mit einem Aufwande von 5½ Kubikfuß Steinkohlen, abgeröstet werden. Ein Ofen geht ununterbrochen 4 Wochen lang; alsdann wird der Betrieb eingestellt, um das Arsenikmehl zu sammeln, welches sich in den Verdichtungskammern niedergeschlagen hat. Die Verdichtung erfolgt fast vollständig, denn aus der Oeffnung in der letzten und obersten Verdichtungskammer werden keine sichtbaren Dämpfe mehr in

die Luft geführt. Die Rückstände bestehen aus einer Art von Magneteisenstein, worin sich jedoch ein Rückhalt von 3 bis 5 Prozent Arsenik befindet.

Die Verdichtung der Arsenikdämpfe in massiven Kanälen ist immer unvollkommen, weil die engen Kanäle den Zug befördern, und daher Veranlassung geben, daß ein Theil der Dämpfe nicht condensirt, sondern in die Atmosphäre geführt wird. Diese Kanäle erhalten etwa dieselbe Einrichtung wie die Kanäle zum Verdichten der Schwefeldämpfe (Fig. 526. bis 528.) Man muß ihnen eine beträchtliche Länge zutheilen, auch die Richtung nach einer geraden Linie vermeiden, um den Zug zu schwächen; allein man erreicht den Zweck der vollständigen Verdichtung in solchen Kanälen doch immer nur sehr unvollkommen. Ungleich zweckmäßiger sind die sogenannten Giftthürme, nämlich massive Gebäude, in welchen sich große, neben einander liegende gewölbte Kammern, in 2 oder 3 Etagen über einander befinden. Die letzte Kammer in der obersten Etage ist mit einer Schlotte versehen, aus welcher die Dämpfe entweichen, welche sich in den verschiedenen Kammern nicht verdichtet haben. Wenn die Kammern wenigstens 10 bis 12 Fuß lang und breit und etwa 8 Fuß hoch angelegt werden, und wenn in jeder Etage mindestens 2 Kammern neben einander, also zusammen 6 Kammern in 3 Etagen vorhanden sind; so erfolgt die Verdichtung der Dämpfe fast ganz vollständig. Die Kammern haben vor den Kanälen nicht allein den Vorzug, daß sie den Zug vermindern, sondern daß sie auch ein leichteres und den Arbeiten weniger nachtheiliges Ausräumen des condensirten Mehles gestatten.

Die Vorrichtungen deren man sich zum Reinigen des Arsenikmehls durch Sublimation, oder zum Raffiniren desselben, und zur Darstellung des weißen Arsenikglases bedient, ergeben sich aus den Zeichnungen Fig. 784. in der vorderen

Ansicht, Fig. 785. im senkrechten Längendurchschnitt nach AB, Fig. 786. im Horizontaldurchschnitt nach den Linien CD und EF, und Fig. 787. im Querprofil nach der Linie GH des Horizontaldurchschnitts. Die ganze Vorrichtung besteht aus einem gegossenen eisernen Raffinirkessel a, aus drei, ebenfalls gegossenen eisernen Cylindern oder Trommeln b, welche über einander gestellt werden, und aus der gegossenen eisernen Haube c, welche die oberste Trommel bedeckt, und oben mit einer Oeffnung versehen ist, aus welcher die nicht verdichteten Dämpfe abziehen. Diese Dämpfe werden durch die mit der Haubenöffnung verbundene eiserne Röhre d, in die Verdichtungskammer g geleitet. Die Dämpfe welche sich in den Röhren und in den Kammern verdichten, geben das sogenannte Arseniksublimat, welches von Zeit zu Zeit zusammen gebracht, und gemeinschaftlich mit dem Mehl (besonders beim zweiten, oder auch beim dritten Raffiniren) wieder sublimirt wird. Die Raffinirkessel hängen frei, und auf einem gegossenen eisernen Rahmen mit ihren oberen Kränzen ruhend, über dem Rost h, unter welchem sich der Aschenfall i befindet, durch dessen Oeffnen und Schließen der Luftzug regulirt wird. Rauch und Flamme werden, nachdem sie den Kessel erhitzt haben, durch den Fuchs oder durch das Flammenloch k in eine besondere Schlotte l, und von dort in die Atmosphäre geleitet. Zwei, drei nnd mehr Oefen oder Kessel können an eine gemeinschaftliche Schlotte gelegt werden. Der halbkreisförmige Kranz von Ziegeln q hat den Zweck, daß sich die Flamme gegen denselben brechen, und den oberen Theil des Kessels ganz umspielen soll.

Beim Raffiniren des Mehls (oder des zerschlagenen schon zweimal oder dreimal raffinirten Glases) wird der im Lichten 2 Fuß 1 Zoll tiefe und 1½ Fuß im Durchmesser weite Raffinirkessel mit 4½ Centnern Mehl gefüllt, alsdann werden die

Trommeln aufgesetzt, die Fugen mit Thon lutirt, und es wird mit dem Feuern der Anfang gemacht. Das Arsenikglas legt sich als eine ringförmige Rinde an die Wände der Trommeln, und zwar an die der zweiten und dritten stärker, als an die der ersten oder untersten Trommel an. Die Bestimmung des richtigen Hitzgrades ist von großer Wichtigkeit, und erfordert eine genaue Bekanntschaft mit der Leistung des Ofens. Giebt man zu starke Hitze, so gehen zu viel Dämpfe in die Sublimatfänge, und man erhält wenig Glas. Bei einer zu schwachen Hitze wird das Glas ganz unansehnlich und undurchsichtig, weil es nicht vollständig geschmolzen ist. Nach 10 bis 12 Stunden ist das Raffiniren beendigt, worauf man das Feuer auf dem Rosten auslöscht, die Trommeln erkalten läßt, dann auseinander nimmt, und das Glas durch Schlagen und Brechen von den Wänden ablöset. Um zu erfahren, ob mit der Feuerung eingehalten werden kann, und ob der Inhalt der Kessel vollständig sublimirt ist, bedient man sich der sogenannten Visitirnadel, nämlich eines langen eisernen Stabes, welchen man durch die Oeffnung m in der Röhre d, durch die Haube und durch die Trommeln hindurch, bis zum Kesselboden niederstößt. Ist noch nicht alles Mehl sublimirt, so hängt es sich bis zu der Höhe, in welcher es sich noch im Kessel befindet, an der Visitirnadel an. Die Oeffnung m ist mit einem eisernen Schieber versehen, welcher nur beim Visitiren zurückgezogen wird. — In Reichenstein geschieht die Feuerung der Raffinirkessel mit Steinkohlen. Die Güte des Glases und die Quantität desselben, nämlich das Verhältniß der Menge des Glases zu der des Sublimats, hängt theils von der Erhitzung der Kessel, theils von der Weite und Höhe der sämmtlichen Trommeln, theils von der Weite der Abzugröhre in der Haube ab. Je größer der mechanische Druck ist, durch welchen die Dämpfe der arsenigten Säure zurück gehal-

ten werden, desto mehr und besseres Glas wird sich gewinnen lassen, vorausgesetzt daß die Wände der Trommeln nicht zu kalt gehalten werden.

Zur Bereitung des sogenannten gelben Arsenikglases ist keine andere Vorrichtung als zum Raffiniren des Mehls und zur Bereitung des weißen Glases erforderlich. Man wendet zur Darstellung des gelben Glases rohes und noch nicht raffinirtes Arsenikmehl an, welches mit $4\frac{1}{2}$ bis 5 Prozent Schwefel gemengt wird. Das Gemenge wird dann eben so behandelt, als ob weißes Glas bereitet werden sollte. Verlangt man ein ganz gleichartig gefärbtes und schönes, durchsichtiges gelbes Glas, so muß das beim ersten Raffiniren erhaltene Glas noch einmal raffinirt werden.

Die Bereitung des rothen Arsenik erfolgt nicht durch das unmittelbare Zusammenschmelzen von metallischem Arsenik und von Schwefel, sondern dadurch, daß man zuerst durch Destillation Schwefelarsenik von einem größeren oder geringeren Schwefelgehalt darstellt, dies Schwefelarsenik in gegossenen eisernen Kesseln einschmelzt, und dann mit so viel Arsenik oder Schwefel versetzt, bis man die richtige Höhe der Farbe getroffen hat, wovon man sich durch Probenehmen unterrichtet. Arsenik und Schwefel sind für sich allein weniger feuerbeständig, als in Verbindung mit einander, weshalb die Bereitung des rothen Arsenik durch unmittelbares Zusammenschmelzen mit einem größeren Verlust verbunden seyn würde, als wenn man den angedeuteten Weg einschlägt. Die Darstellung des Schwefelarsenik von noch nicht bestimmter Zusammensetzung, geschieht in denselben Destillirösen, in welchen das reguliniſche Arsenik aus seinen Erzen bereitet wird, nur daß man den Arsenikschlichen noch Schwefel hinzufügt. Enthalten die Erze schon in ihrer natürlichen Zusammensetzung Schwefel, oder sind sie mit Schwefelkiesen gemengt, so kann das Verhältniß des Schwe-

fels natürlich geringer seyn, als wenn reine Arsenikalkiese benutzt werden müssen. Reine Schwefelkiese, wenn sie wohlfeil zu erhalten sind, können die Stelle des Schwefels sehr gut vertreten. Die Vorlagen lutirt man erst, wenn sich die Dämpfe vom Schwefelarsenik zu entwickeln anfangen, damit die in den Erzen immer noch vorhandene Feuchtigkeit, beim Verdampfen die Verkittungen nicht sprengt. Nach Verlauf von etwa 10 Stunden ist die Destillation beendigt. Der Ofen muß dann abkühlen, das Lutum wird losgeschlagen, die Vorlagen werden abgenommen, und das in denselben verdichtete Schwefelarsenik wird abgelößt. Das erhaltene Schwefelarsenik wird nun geläutert, d. h. es wird bei gelindem Feuer in einem gegossenen eisernen Kessel geschmolzen, und die geschmolzene Masse wird mit so viel regulinischem Arsenik oder mit so viel Schwefel versetzt, daß sie die rechte Höhe der Farbe erhält. Dabei muß sie mit einem eisernen Stabe zuweilen umgerührt werden. Immer richtet man aber das Verhältniß des Schwefels zum Arsenik bei der Destillation so ein, daß man das erhaltene Schwefelarsenik beim Läutern nicht mit Arsenik, sondern mit Schwefel versetzen muß, um die rechte Höhe der Farbe des geschmolzenen Produktes zu erhalten. Die sehr einfache Vorrichtung zum Schmelzen, oder zu dem sogenannten Läutern des Schwefelarsenik, ergiebt sich aus der Zeichnung Fig. 780. Hat die geschmolzene Masse die verlangte schöne rothe Farbe erhalten, so wird die Unreinigkeit von der Oberfläche abgezogen, und die flüssige Masse in eiserne Formen gegossen, welche ganz geschlossen sind, damit das Schwefelarsenik schnell erstarrt. Um die eisernen Schmelzkessel beim Ausgießen der geschmolzenen Masse handhaben zu können, sind sie auf zwei Seiten mit Ohren a versehen, an welchen sie beim Ausgießen fest gehalten werden. Bei der Operation des Einschmelzens und Läuterns ist vorzüglich darauf zu sehen, daß die Flamme den ganzen Kessel umspielt, und daß sie niemals die obere Mün-

dung des Kessels berührt, weil sich die Masse im Kessel sonst entzündet. Ein gleichmäßiges und sehr schwaches Feuer ist folglich beim Läutern des rothen Arsenik durchaus erforderlich. Zum Ausschöpfen der geschmolzenen Masse bedient man sich eiserner Kellen, hebt aber zuletzt den Kessel selbst in die Höhe, um den ganzen Inhalt vollständig in den eisernen Formen ausgießen zu können.

Kobalt.

Die eigenthümliche metallische Natur des Kobalt ward vor hundert Jahren (1733) durch Brandt aufgefunden. Aber die Erze des Metalles hatte man schon lange vorher zur Bereitung eines blauen Glases angewendet. Calvör, welcher seine Schrift im Jahr 1763 verfaßt hat, bemerkt (II. 202) daß die Blaufarbenbereitung vor etwa mehr als 140 Jahren in Schneeberg erfunden sey. Klotsch, welcher seine Sammlung zur Sächsischen Geschichte bald nach dem 30 jährigen Kriege geschrieben hat, giebt der Kunst der Blaufarbenbereitung ein Alter von etwa 100 Jahren (III. 363). Nach dieser Angabe würde die Erfindung etwa um die Zeitperiode von 1550 bis 1560 gemacht worden seyn (vergl. Abtheilung 1). Wenn sich auch mit Sicherheit weder das Jahr der Erfindung, noch der Name des Erfinders ausmitteln lassen, so ist doch so viel gewiß, daß die Erfindung in Sachsen, in der ersten Hälfte des 16ten Jahrhunderts gemacht worden ist. Das erste große Blaufarbenwerk ward an der Sächsisch-Böhmischen Gränze zwischen Eibenstock und Platte im Jahr 1571 erbaut. Sehr bald breitete sich die Benutzung der Kobalterze allgemein in Deutschland aus; allein dem Vaterlande der Erfindung gebührt noch immer der Ruhm, die besten Farbenglä-

ser zu liefern, denn bis jetzt sind die Sächsischen blauen Farben noch nicht, weder in der möglichsten Gleichartigkeit einer und derselben Farbe, noch in dem richtigen Halten des Farbentons, noch in dem Glanz der Farbe, auf anderen Blaufarbenwerken vollkommen erreicht, noch weniger übertroffen worden.

Nicht die Darstellung des regulinischen Metalles, sondern die des Oxyds des Kobalt aus seinen Erzen, und die Anwendung des Kobaltoxyds zur Bereitung eines blau gefärbten Glases, welche auf den sogenannten Blaufarbenwerken vorgenommen wird, sind der Gegenstand der metallurgischen Benutzung der Kobalterze. Man kennt kein Metalloxyd, welches eine so starke tingirende Kraft für Glasflüsse besitzt, wie das Kobaltoxyd. Das Kaliglas wird durch dies Oxyd, wenn es in großer Menge vorhanden ist, so dunkel gefärbt, daß es, auch in dünnen Splittern gegen das Licht gehalten, schwarz erscheint; erst bei einem verminderten Verhältniß des Oxyds, stellt sich die dunkelblaue Farbe ein, welche, bei zunehmender Verdünnung des Glases, nämlich bei einem immer mehr abnehmenden Verhältniß des Oxyds zur Glasmasse, lichtblau wird, und endlich nur eine schwache blaue Färbung behält. 1000 Theile reines, weißes Glas, werden durch 1 Theil Kobaltoxyd noch deutlich blau gefärbt. Die Intensität der blauen Farbe des Glases ist indeß von der mechanischen Zertheilung desselben sehr abhängig. Glas, welches in ganzen Massen noch stark blau tingirt erscheint, erhält, wenn es zu dem zartesten Pulver zerrieben wird, ein ganz blasses, fast farbenloses Ansehen. Je feiner es durch Pochen, Mahlen, Schlämmen und Waschen aufbereitet wird, desto mehr Kobaltoxyd muß es enthalten, um einen bestimmten blauen Farbenton beizubehalten. Bei einerlei Höhe der Farbe ist also dasjenige Glas, welches die feinste mechanische Zertheilung erhalten hat, das reichste an Farbestoff.

Das ganz reine Kobaltmetall ist noch wenig bekannt,

weil es mit großen Schwierigkeiten verknüpft ist, dasselbe von Nickel ganz frei zu erhalten. Das gereinigte (obgleich noch nicht chemisch reine) Metall hat eine lichtgraue Farbe, mit einem Stich ins Rothe. Es scheint einen nicht geringen Grad von Geschmeidigkeit zu besitzen, ist strengflüssig, indem es erst in einer Temperatur von etwa 130 Gr. Wedgw. in Fluß kommt, wird durch feuchte Luft nicht verändert, zersetzt aber das Wasser wenn Säuren vorhanden sind, und bedeckt sich in der Rothglühhitze langsam mit Oxyd. Es ist schwach magnetisch, und hat ein spec. Gew. von 7,7 (Bergman) oder 8,5384 (Tassaert und Hauy). Obgleich das Metall wahrscheinlich drei Oxydationsstufen besitzt, die des Oxyds, des Superoxyds und der Kobaltsäure, so beschäftigt den Metallurgen doch nur das Oxyd, denn das braune oder schwarze Superoxyd wird schon in schwacher Rothglühhitze wieder in Oxyd und in Sauerstoff zerlegt, und die Kobaltsäure hat für sich allein noch nicht dargestellt werden können, so daß beide Oxydationsstufen für den Metallurgen kein unmittelbares Interesse besitzen.

Gewöhnlich kommt das Kobalt in der Natur in Verbindung mit Arsenik und Schwefel vor. Von diesen Verbindungen wird die mit Arsenik schon in einer starken Rothglühhitze zum größten Theil zerlegt, indem reguliniſches Arsenik entweicht, und Kobalt mit einem geringen Rückhalt an Arsenik zurück bleibt. Geschieht die Erhitzung unter Luftzutritt, so verflüchtigt sich weißer Arsenik (arsenigte Säure), und das Kobalt bleibt im Zustande des Oxyds, zum Theil auch als Superoxyd zurück. Die Verbindung des Kobalt mit Schwefel läßt sich nur bei Luftzutritt in der Glühhitze aufheben. Der größte Theil des Schwefels entweicht als schwefligte Säure; ein Theil bleibt als Schwefelsäure zurück, so daß der Rückstand aus einem Gemenge von Kobaltoxyd und von Kobaltvitriol, in sehr verschiedenen Verhältnissen besteht, welche vorzüglich durch die beim Rösten angewendete Temperatur bestimmt wer-

den. Enthielten die Kobalterze daher keine anderen Beimischungen als Arsenik und Schwefel, so würde man nur für die Absonderung der beigemengten Gebirgsarten zu sorgen haben, und es würden sich aus allen Kobalterzen blaue Gläser von gleichen Farbentönen darstellen lassen, indem man nur auf die Verhältnisse des Oxyds zur Glasmasse Rücksicht zu nehmen hätte, um blaue Gläser von einer bestimmten Höhe der Farbe hervorzubringen. Allein die Höhe der Farbe sowohl, als der Ton derselben, werden durch andere oxydirte Körper, welche in die Glasmasse mit übergehen, auf eine sehr verschiedene Weise modificirt. Diese Modificationen müssen zum Theil durch ein größeres Verhältniß des Kobaltoxyds zur Glasmasse wieder aufgehoben werden, um eine und dieselbe Höhe der Farbe des Glases zu erreichen, so daß ein weniger satt gefärbtes Glas in der Wirklichkeit mehr Kobaltoxyd enthalten kann, als ein dunkler gefärbtes. Zum Theil lassen sich aber jene Modificationen gar nicht aufheben, sondern das Glas behält ein schielendes und unreines Ansehen, welches nicht durch die Stärke (Höhe) der Färbung, auch nicht durch die Ungleichartigkeit der Masse, sondern durch den eigenthümlichen Farbenton hervorgebracht wird. Der Werth der Kobalterze wird dadurch nicht bloß von dem wirklichen quantitativen Gehalt an Kobalt, sondern auch von der Beschaffenheit der Beimengungen abhängig gemacht. Es ist deshalb sehr wichtig, den Einfluß zu kennen, welchen diejenigen Substanzen, mit denen die Kobalterze gewöhnlich verunreinigt sind, auf die Beschaffenheit des blauen Farbenglases ausüben. Ueberhaupt aber muß, um die Schönheit der Farbe zu beurtheilen, vorzüglich auf drei Umstände: auf die Höhe der Farbe, auf den Ton derselben, und auf die Gleichartigkeit der ganzen Masse, Rücksicht genommen werden. Eine ungleichartige Färbung entsteht größtentheils durch eine unvollkommene und nicht lange genug fortgesetzte Schmelzung. Diese Ungleichartigkeit ist der Schön=

heit der Farbe sehr häufig eben so nachtheilig, als der Farbenton, und auf den mehrsten Blaufarbenwerken ist es häufiger die Ungleichartigkeit der Farbe, als der fehlerhafte Ton derselben, der dem guten Rufe des Produktes zum Nachtheil gereicht.

Die Höhe der Farbe ist, — abgesehen von dem Einfluß fremdartiger Beimengungen, — von dem Verhältniß des Kobaltoxyds zur Glasmasse abhängig. Das an Kobalt reichere Erz wird daher auch dasselbe Glasquantum stärker tingiren als das Erz welches noch viele, wenn auch dem Glase gar nicht nachtheilige, Beimengungen enthält. Mit einem an Kobalt armen Erz werden sich die höchsten (sattesten) Farben, welche im Handel verlangt werden, zuweilen gar nicht darstellen lassen. Man pflegt auf den Blaufarbenwerken die tingirende Kraft des Kobalterzes, — gleichviel ob durch das wirkliche quantitative Verhältniß des Kobaltoxyds zu den übrigen Gemengtheilen, oder durch die Modificationen hervorgebracht, welche die fremdartigen Beimengungen dem Glase geben, und welche durch ein größeres Verhältniß des Kobaltoxyds zum Theil wieder aufgehoben werden müssen, — auf die Weise zu bestimmen, daß man das Verhältniß der Glasmasse ausmittelt, welche durch das Erz eine bestimmte Höhe der Farbe erhält. Diese Bestimmung setzt eine Musterfarbe voraus, welche bei der Beurtheilung der Intensität der Farbe des Glases zum Grunde liegt, und welche bei der Vergleichung zum Anhalten dient. Weil aber Farbengläser von sehr verschiedenen Graden der Höhe oder der Sättigung verlangt, also auch angefertigt werden müssen, so ist es nothwendig, eben so viele Musterfarben zu besitzen, mit welchen die Farbengläser verglichen werden können. Man hat auf allen Blaufarbenwerken für eine und dieselbe Höhe der Farbe ziemlich eine und dieselbe Bezeichnung eingeführt, so daß die gleichnamigen Bezeichnungen auch ziemlich dieselbe Farbenhöhe des Glases aus-

drücken. Allein das gleichnamige Glas von dem einen Blaufarbenwerke wird dennoch in der Schönheit der Farbe, dasselbe Glas von einem anderen Blaufarbenwerke, sey es im Ton der Farbe, oder in der Gleichartigkeit der Masse, übertreffen können, wenn beide auch in der Intensität der Färbung vollkommen mit einander übereinstimmen. In der Hauptsache unterscheidet man drei Farbenabstufungen, von welchen man diejenige, welche die größte Intensität besitzt: Fein (F), die zweite Mittel (M), und die dritte Ordinair (O) genannt hat. Von der Beschaffenheit der Erze die auf jedem Blaufarbenwerke verarbeitet werden, wird (in sofern die Behandlung der Erze beim Rösten dieselbe bleibt), das Verhältniß des Erzes zum Glase abhängen, welches statt finden muß, um die Farbenhöhen F, M oder O hervorzubringen. Man bestimmt dies Verhältniß durch das Gewicht des Quarzes (oder des sogenannten Sandes), und nicht durch das Gewicht des Glases, welches die Färbung erhalten soll, weil das Verhältniß der Pottasche sich immer nach dem Gewicht des mit Quarz (Sand) beschickten Erzes richtet. So werden z. B. auf einigen Blaufarbenwerken nur ½ Theil Quarz (Sand) zu 1 Theil Erz genommen werden dürfen, um die Farbe F hervorzubringen, während auf anderen Werken schon 3 Theile Sand durch 1 Kobalterz eine so dunkle Färbung erhalten, daß das Glas die Farbenhöhe F erreicht. Die Verhältnisse des Sandes zum Erz, welche statt finden müssen, um die Farbenhöhen F, M und O darzustellen, werden also nur für wenige Blaufarbenwerke übereinstimmend seyn können, und selbst auf einem und demselben Blaufarbenwerk wird sich das Verhältniß nach der verschiedenartigen Beschaffenheit der Erze, sogar nach der verschiedenartigen Behandlung eines und desselben Erzes beim Rösten, vielfach abändern. Zwischen den Farbenhöhen F und O liegt eine, fast zahllose Menge von Farbenabstufungen, welche im Handel begehrt werden. Man setzt diese Farbengläser durch

ein bloßes Zusammenmengen der Gläser F und M, F und O, M und O, oder F, M und O zusammen, indem man die von jeder Farbe erforderliche Menge zuerst durch Proben im Kleinen ausmittelt, und die sich ergebenden Farbennuançirungen mit der Höhe der verlangten Farbe vergleicht. Eine vollständige Musterkarte von den Farben, die sich durch das Zusammenmengen der eigenen Farben F, M und O, in sehr abweichenden Verhältnissen einer jeden Farbe, darstellen lassen, ist daher ein eben so wesentliches Bedürfniß für ein Blaufarbenwerk, als eine Sammlung von Mustern von fremden Blaufarbenwerken, theils um jede begehrte Farbe aus den vorhandenen Sorten ohne viele Versuche zur Ausmittelung der Verhältnisse, leicht zusammensetzen zu können, theils um die durch den Betrieb erhaltenen Farbengläser mit den verschiedenartigsten und besten Mustern zu vergleichen, indem es kaum möglich ist, die Farbengläser immer in einer vollkommen gleich bleibenden Höhe darzustellen.

Diejenigen Blaufarbenwerke, welche die dunkelsten Farben darstellen können, werden im Stande seyn alle Farbengläser zu liefern, welche im Handel begehrt werden, indem sich die dunklen Farben sehr leicht verdünnen, oder auch durch Vermengen mit M und O zu blasseren Farben umändern lassen. Blaufarbenwerke hingegen, welche arme Kobalterze zu verarbeiten haben, werden genöthigt seyn, dunklere Farben anzukaufen, wenn sie sich nicht auf die gewöhnlicheren Farbensorten beschränken, sondern auch dem Verlangen der Käufer nach höheren Farbensorten entsprechen wollen. Ein solcher Fall tritt besonders dann ein, wenn höhere Farben als F verlangt werden. Diese höheren Sorten bezeichnet man mit Fein-Fein (FF) oder mit dreifach fein (FFF), oder mit vierfach fein (FFFF). Noch höhere Farben als vierfach fein, — welche man Azur- oder Königsblau nennt, — kommen im Handel nicht vor. Obgleich man mit 2, 3 und 4F auch eine ganz

bestimmte Höhe der Farbe bezeichnet, so ist durch diese Bezeichnung doch noch nicht das Verhältniß des Sandes zum Erz, welches zur Hervorbringung der Farbenhöhe erforderlich ist, für alle Blaufarbenwerke auf eine ganz gleiche Weise ausgedrückt, indem dies Verhältniß, gerade eben so wie bei der Darstellung der Farben F, M und O, von der Beschaffenheit der Erze abhängig ist. Gewöhnlich versteht man aber unter ein doppeltes, dreifaches u. s. f. F, einen, zwei u. s. f. Gewichtstheile Sand (Quarz), welche das Kobalterz mehr zu färben vermag, um die einfache F Farbe hervorzubringen. Wenn also z. B. 1 Theil Kobalterz mit x Theilen Sand die Farbe F hervorbringt, und daher auch diese Bezeichnung erhält, so wird das Erz mit FF bezeichnet, wenn es so viel färbende Kraft besitzt, daß es mit x + 1 Theilen Sand ebenfalls die Farbe F gegeben haben würde; mit FFF wenn es x + 2 Theile Sand zur Farbe F erheben würde, mit FFFF wenn es mit x + 3 Theilen Sand noch die Farbe F geben würde. Im Allgemeinen bedeutet also die Zahl der F vor dem einfachen F, die Anzahl der Schweren Sand, welche das Kobalterz noch verträgt, um außer der gewöhnlichen und für jeden Fall zu bestimmenden Quantität x des Sandes, die Farbe F hervorzubringen.

Man bezeichnet das rohe Kobalterz auf den Blaufarbenwerken mit dem Buchstaben K, und sortirt die Kobalterze eben so wie die Farben. Man macht also die Sorten OK, MK, FK, FFK, FFFK und FFFFK. Dies Sortiren giebt jedoch kein zuverläßiges, sondern nur ein ohngefähres Anhalten bei der Verarbeitung der Erze. Es setzt eine sehr genaue Kenntniß von dem Verhalten der Erze bei der Glasbildung voraus, auch muß dabei immer ein bestimmtes Verhältniß des Sandes zum Erz, bei welchem die Farbenhöhen O, M und F erreicht werden sollen, zum Grunde gelegt seyn. Die Bezeichnungen der rohen Erze können daher nur für das Blaufarben-

werk selbst von Interesse seyn. Sind die rohen Erze ein Gegenstand des Handels, so wird man sich auf diese Bezeichnungen wenig verlassen, wenn nicht besondere Verhältnisse vorhanden sind, aus welchen man jenen Bezeichnungen zu vertrauen Ursache hat. — Anders ist es mit den schon gerösteten oder vorbereiteten, und zugleich mit der gehörigen Quantität Sand schon beschickten Kobalterzen. Diese sind im Handel unter dem Namen Zaffer, oder Saflor bekannt; sie werden mit S bezeichnet. Bei den Safloren liegen den Bezeichnungen O, M und F schon wirklich angestellte Proben, und die auf den Grund derselben vorgenommenen Beschickungen der Erze mit den entsprechenden Quantitäten Sand zum Grunde. Die Saflore erhalten ebenfalls die Bezeichnungen FFFFS, FFFS, FFS, FS, MS und OS. Wenn die Saflore mit der angemessenen Quantität Pottasche versetzt und geschmolzen werden, so erhält man diejenigen Farben, welche mit der Bezeichnung der Saflore übereinstimmen. Die Saflorbereitung kommt nur auf solchen Blaufarbenwerken vor, welche reiche und stark tingirende Kobalterze verarbeiten, indem sich die nur mit armen Erzen ausgestatteten Blaufarbenwerke der hohen Saflore als Erze bedienen, und dieselben ankaufen. Das geschmolzene blaue Glas wird mit G bezeichnet, und erhält ebenfalls die speciellen Bezeichnungen FFFFG, FFFG, FFG, FG, MG und OG. Es ist indeß niemals ein Gegenstand des Handels, soudern jene Bezeichnungen haben nur den Zweck, die verschiedenen Glassorten, bei der weiteren Verarbeitung, zu trennen, und die Vorräthe leichter zu übersehen. Das Glas erhält seine Vollendung erst durch eine mechanische Zerkleinerung, und das durch eine solche Zerkleinerung für den Handel vorbereitete Glas, hat im Allgemeinen den Namen Smalte erhalten. Man unterscheidet Streublau, Farbe und Eschel, welche Unterschiede sich auf die mehr oder weniger feine Zertheilung des Korns beziehen. Streublau, welches mit H be-

zeichnet wird, pflegt nur für die O Farbe ein Gegenstand des Handels zu seyn, indem es gewöhnlich mit der entsprechenden Farbensorte wieder von neuem vermahlen und geschlämmt wird. Die Farben bekommen die Bezeichnung C, und von ihnen, so wie von den Escheln E, gelten eigentlich die speciellen Bezeichnungen FFFFC, FFFC, FFC, FC, MC und OC, so wie FFFFE, FFFE, FFE, FE, ME und OE. Aus den oben schon angeführten Gründen können die geschmolzenen Gläser und die daraus bereiteten Farben nicht eine gleiche Intensität der Farbe zeigen, sondern die Gläser werden dunkler gefärbt erscheinen als die Farben (C), und noch dunkler als die noch feiner zertheilten Eschel (E), welche aus jenen Gläsern bereitet worden sind. Von den Eschelfarben unterscheidet man noch die Faßeschel (welche sich zuerst absetzen), und die Sumpfeschel (oder die letzten Niederschläge). Die Faßeschel erhalten die eben erwähnte Bezeichnung E, die Sumpfeschel bekommen das Zeichen EE; übrigens gelten von ihnen dieselben speciellen Bezeichnungen, wie von allen vorhergehenden Fabrikaten. Die Sumpfeschel von den niedrigen Farbensorten sind so wenig gefärbt, daß sie selten Käufer finden, und gewöhnlich wieder umgeschmolzen werden, wobei sie natürlich den gleich benannten Gemengen zugesetzt werden müssen, z. B. die FEE dem Gemenge zum Schmelzen des FG u. s. f. Blaufarbenwerke welche, wegen der Beschaffenheit ihrer Erze, die hohen Farben gar nicht darstellen können, kaufen zuweilen auch schon fertige Farben und Escheln (C und E) von hoher Farbe, um sie mit ihren Farben von geringer Höhe zu vermengen, und dadurch die im Handel am mehrsten gangbaren Farben von mittlerer Höhe darzustellen.

Weil die tingirende Kraft des Kobaltoxyds von der Reinheit des Glases und des Oxyds, die Stärke der Färbung aber, unter gleichen Umständen, von dem Verhältniß des Oxyds zum Glase abhängt; so sollte das Kobalterz die größte Wirkung

hervorbringen, welches am reinsten aufbereitet, und welches durch die Röstung am vollständigsten vorbereitet worden ist. Es ist nämlich nicht das reguliniſche, mit Schwefel oder mit Arsenik, oder mit beiden Körpern verbundene Metall, sondern das Oxyd, durch welches die Färbung des Glases bewirkt wird. Ein unvollständig abgeröstetes Erz muß daher in demselben Verhältniß weniger färben, in welchem es durch eine unvollständige Röstung weniger oxydirt worden ist. Eben so muß ein von der Gebirgsart weniger befreites Kobalterz auch eine schwächere Färbung hervorbringen, weil die in größerer Menge zurück gebliebene Bergart schon den Theil des Sandes vertritt, der dem reineren Erz absichtlich erst zugesetzt wird. So sehr die Erfahrung es bestätigt, daß ein unvollkommen aufbereitetes Erz oft so wenig stark färbt, daß die hohen Farben in demselben gar nicht hervorgebracht werden können; so wenig läßt sich im Allgemeinen behaupten, daß die färbende Kraft des Erzes in einem geraden Verhältniß mit dem mehr oder weniger vollständigen Erfolg der Röstarbeit steht. Wäre dies der Fall, so würde ein gar nicht geröstetes Erz, welches nur reguliniſches Kobalt, verbunden mit Arsenik und Schwefel enthält, gar keine blaue Färbung des Glases bewirken können. Das Gegentheil zeigt aber die Erfahrung, und die Ursache des Erfolges kann nur darin liegen, daß die bei der Schmelzung zur Glasbildung angewendete Pottasche theilweise durch das Erz zersetzt wird. Diese Zersetzung würde noch vollständiger seyn, wenn nicht die Kieselerde die Wirkung der Pottasche erschwerte. Schwefelkobalt und Kali tauschen den Schwefel und den Sauerstoff gegen einander aus. Wie sich Arsenikkobalt und Kali in der Schmelzhitze gegen einander verhalten, ist noch nicht untersucht, und so einfach daher auch der Prozeß der Bereitung des blauen Farbenglases erscheint, so verwickelt und zusammengesetzt wird er dann, wenn das Erz, wie es oft sogar nothwendig wird, nicht vollständig abgeröstet ist, weil

alsdann nicht eine einfache Verbindung der bei der Röstarbeit entstandenen Oxyde mit dem sich bildenden Glase, sondern zugleich auch eine chemische Einwirkung des Kobalterzes auf die mit der Kieselerde noch nicht verbundene Pottasche eintritt. Eine solche chemische Einwirkung würde sich durch das ganz vollständige Abrösten der Kobalterze zwar verhindern lassen; es treten aber Fälle ein, in welchen die Kobalterze durch das vollkommene Abrösten zur Blaufarbenbereitung ganz unbrauchbar werden, weshalb man die so behandelten Erze auch todt gebrannte, oder verbrannte Kobalte genannt hat. Solche todt geröstete Kobalterze können gewöhnlich nur dadurch zur Blaufarbenbereitung wieder brauchbar gemacht werden, daß man sie mit einer angemessenen Menge von rohen und nicht gerösteten Erzen derselben Art vermengt, oder sie dadurch gewissermaßen in den Zustand versetzt, in welchem sie sich durch das unvollkommene Rösten befunden haben würden. Ein solches Verhalten zeigen die ganz reinen Kobalterze nicht, und bei diesen würde es durchaus als Grundsatz gelten, sie ganz vollständig (todt) zu rösten, um alles regulinische Kobalt in Oxyd zu verwandeln. Allein die Kobalterze sind von beigemengten Erzen anderer Metalle, mit denen sie fast immer zusammen vorkommen, durch die Aufbereitung niemals zu befreien. Außer dem Arsenik, der ganz wesentlich zur Zusammensetzung der mehrsten Kobalterze gehört, werden dieselben durch Beimengungen von Erzen des Arsenik, Eisen, Kupfer, Nickel, Antimon, Zinn, Zink, Blei und Wismuth, fast gewöhnlich verunreinigt. Ein Begleiter der höchst selten fehlt, ist das Nickelerz, und niemals sind die Kobalterze von Eisen frei, weil größere oder geringere Antheile desselben, das Kobalt in den Kobalterzen zu ersetzen pflegen. Bei der Röstarbeit werden alle diese Metalle ebenfalls oxydirt, und wenn die Röstung vollständig erfolgt ist, so werden die Oxyde von dem Glase mit aufgenommen, wodurch die reine blaue Farbe des Kobaltgla=

ses auf sehr verschiedene Weise modificirt wird, und einen unreinen Farbenton erhält. Fand die Röstung aber unvollkommen statt, so tritt in der Schmelzhitze bei der Glasbereitung eine Einwirkung der oxydableren Metalle, welche bei der unvollkommenen Röstung noch nicht oxydirt worden sind, auf die weniger oxydablen Metalle ein, welche bei der Röstarbeit schon Sauerstoff aufgenommen haben. Die am wenigsten oxydablen Metalle sind aber Nickel und Kupfer, und diese sind es auch, welche durch die oxydableren Metalle, vorzüglich durch Kobalt und Eisen, wieder reducirt werden. Durch die unvollkommene Röstarbeit wird daher die fehlerhafte Beschaffenheit der durch Beimengungen von Kupfer und besonders von Nickel verunreinigten Kobalterze, in sofern wieder verbessert, als das Glas nun nicht mehr durch Kupfer und durch Nickel, sondern nur durch Eisen, Wismuth, Zinn und Zink verunreinigt bleibt. Weil sich die regulinischen Metalle nicht verglasen, so bleibt auf dem Boden der Schmelztiegel oder der Häfen, in welchen das Farbenglas geschmolzen wird, in solchen Fällen stets eine regulinische Metallmasse zurück, welche unter dem Namen der Speise bekannt ist, wenn die Kobalterze nicht vollständig abgeröstet worden sind. Die Speise kann sich, aus einleuchtenden Gründen, nicht bilden, wenn ein ganz vollständiges Abrösten (ein Todtrösten) der Kobalterze statt gefunden hat. Von der chemischen Beschaffenheit der Beimengungen, welche die Kobalterze verunreinigen, wird es also abhängen, ob die Erze todt geröstet werden können, oder ob man die Röstung absichtlich unvollkommen statt finden lassen muß, um ein brauchbares, oder wenigstens ein gutes Glas mit reinem Farbenton zu erhalten. Durch dies unvollkommene Rösten wird indeß jederzeit die Bildung der Speise herbeigeführt, woraus besonders der große Nachtheil entspringt, daß sich in der Speise zwar der ganze Gehalt an Nickel und Kupfer concentrirt, mit welchem das Kobalterz verunreinigt war, daß aber auch ein

großer Theil des Kobalt selbst in die Speise übergeht, und daher eine unvollständige Benutzung des Kobaltgehaltes des Erzes möglich macht. Der Kobaltgehalt der Speise ist zwar nicht verloren, weil man die Speise als ein künstlich gebildetes Kobalterz betrachtet und behandelt; allein man würde die Kobalterze zur Darstellung von höheren Gläsern (von FFF oder von FF Gläsern) benutzen können, wenn es möglich wäre von dem ganzen Kobaltgehalt derselben, durch ein vollkommenes Abrösten, Gebrauch zu machen; statt daß sie, bei der eingetretenen Nothwendigkeit einer unvollständigen Abröstung, nur zu geringeren Gläsern (zu FF oder zu F Gläsern) angewendet werden können. Die Kunst der Blaufarbenbereitung erwartet daher noch eine wesentliche Verbesserung durch die Ausmittelung eines Verfahrens, bei welchem das Kobalterz, unbeschadet der Güte des daraus darzustellenden Glases, ganz vollkommen abgeröstet werden kann. Theoretisch lassen sich diese Mittel wohl andeuten; es muß indeß der Praxis überlassen bleiben, die Anwendbarkeit und den Erfolg dieser Mittel zu prüfen. Sie bestehen sehr einfach darin, das todt geröstete Erz, welches mit Metalloxyden verunreinigt ist, die der Beschaffenheit des Glases nachtheilig sind, mit einer angemessenen Quantität von solchen regulinischen Metallen zu versetzen, welche sich leicht oxydiren, und deren Oxyde dem blauen Glase entweder keinen, oder wenigstens einen leicht wieder aufzuhebenden unreinen Farbenton mittheilen. Unter allen Substanzen würde zur Erreichung dieses Zweckes am mehrsten das regulinische Arsenik (nicht das oxydirte, welches auf den Blaufarbenwerken schon als ein ganz unentbehrlicher Zusatz angewendet, und dort sehr unrichtig Arsenik, oder Fliegenstein genannt wird), geeignet seyn, wenn nicht etwa die geringe Feuerbeständigkeit desselben ein Hinderniß wäre. Nächstdem würde ein Zusatz von Eisenfeilspänen die Reduction der Oxyde des Nickels, des Kupfers, des Wismuth, des Zinnes und des Bleies

bewirken, und man würde, nach aller Wahrscheinlichkeit, durch den Eisenzusatz, aus den todt gerösteten Kobalterzen bei der Glasbereitung eine Speise erzeugen, die aus den genannten Metallen, in sofern sie bei dem Erz vorhanden waren, zusammen gesetzt ist. Aber wirksamer vielleicht, und für die Güte des Glases noch weniger nachtheilig, würde ein Zusatz von reinen Schwefelkiesen seyn, weil die Reduction der Oxyde des Nickels und des Kupfers durch den Schwefel des Schwefeleisens erfolgen würde. Dieser Zusatz kann selbst dann, wenn er im Uebermaaß angewendet wird, keinen anderen Nachtheil hervorbringen, als den, daß er die Quantität der Speise vermehren würde.

Der Farbenton des blauen Glases wird nicht allein durch Metalloxyde, sondern auch durch andere oxydirte Körper, mehr oder weniger unansehnlich gemacht. Natron kann bekanntlich die Stelle des Kali bei der Bereitung des blauen Glases nicht ersetzen, weil das Natronglas keine reine blaue, sondern eine violette Farbe giebt. Alle Beimengungen von Kalkerde, Bittererde und Schwererde sind schon deshalb nachtheilig, weil sie das Glas strengflüssiger machen, und zur Entstehung einer sehr ungleichartigen Glasmasse, welche zuweilen sogar ungeschmolzene weiße Pünktchen enthält, Veranlassung geben. Außerdem wirken sie auch specifisch nachtheilig für die Reinheit des Farbentons, welches vorzüglich bei der Bittererde der Fall ist, die dem Glase einen Stich ins Violette mittheilt. Eine fast gleiche Wirkung bringt die Schwererde hervor, wogegen die Kalkerde den Glanz der Farbe des Glases vermindert. Daher werden die noch mit vieler Bergart verunreinigten Kobaltschliche, — außer daß sie zu hoch gefärbten Gläsern an sich unanwendbar sind, — immer nur unansehnliche Farbengläser liefern, in sofern die verunreinigende Bergart nicht aus Quarz, oder allenfalls aus Feldspath besteht. Verunreinigungen mit Dolomit und Glimmer, so wie mit sehr viel Thon-

erde enthaltenden Gebirgsarten, wirken vorzüglich nachtheilig auf den Farbenton.

Durch die Oxyde von Wismuth, Zinn und Antimon erhält die blaue Farbe einen Stich ins Gelbliche, welches besonders bei dem Wismuthoxyd der Fall ist. Bleioxyd scheint nicht specifisch nachtheilig auf den Farbenton zu wirken, wenigstens dann nicht, wenn es nicht in großer Menge vorhanden ist, weshalb von einer zufälligen Verunreinigung mit Blei eben nicht viel zu besorgen wäre. Aber das Bleioxyd verdünnt die Farbe, und giebt dem Glase ein großes specifisches Gewicht, welches die Smalte zu vielen Anwendungen unbrauchbar machen würde. Daher kann man sich auch der Mennige nicht bedienen, um der Schönheit des Farbentons, in sofern er durch Eisenoxydul leidet, nachzuhelfen, wie man es bei den ungefärbten Gläsern zu thun pflegt. Das Zinkoxyd ertheilt dem blauen Glase einen Stich ins Grünliche, wenn es in bedeutender Menge vorhanden ist. Deshalb ist die Zinkblende ein sehr unwillkommener Begleiter der Kobalterze, deren nachtheiliger Einfluß auf das Farbenglas sich fast gar nicht aufheben läßt. Durch Kupferoxyd wird die blaue Farbe eben so wie durch Nickeloxyd verunreinigt; sie erhält dadurch nämlich eine so starke Beimischung von Braun, daß sie ganz unbrauchbar werden kann, wenn Kupfer und Nickel in großer Menge vorhanden sind. In geringeren Verhältnissen wird das Glas violett, und bleibt immer unansehnlich, weshalb auch die mit Kupfer und Nickel verunreinigten Kobalterze niemals todt geröstet werden dürfen. Das Eisenoxydul färbt das Glas schmutziggrün oder violett, und benimmt demselben alle Schönheit. Dieser Fehler läßt sich indeß glücklicherweise durch einen Zusatz von weißem Arsenik verbessern, welcher das Eisenoxydul in Oxyd umändert, indem das Eisenoxyd bekanntlich ein ungefärbtes Glas giebt. Daher ist das oxydirte Arsenik, welches beim Rösten der Kobalterze gewonnen wird, ein durchaus noth-

wendiger Zusatz bei der Bereitung des blauen Glases. Es wird bei dieser Einwirkung des Eisenoxyduls auf die arsenigte Säure ein verhältnißmäßiger Antheil von der letzteren zu Arsenik reducirt, welches sich theils verflüchtigt, theils zur Bildung der Speise beiträgt. Immer ist es indeß anzurathen, ein zu großes Uebermaaß von weißem Arsenik zu vermeiden, weil es die Farbe des Glases verdünnt, und das specifische Gewicht desselben vermehrt, wodurch das aufbereitete Glas zur Anwendung weniger geschickt wird.

Von den Kobalterzen.

Das Kobalt ist im regulinischen Zustande noch nicht angetroffen worden. Aber es kommt in der Natur in Verbindung mit Arseniksäure und Schwefelsäure (obgleich selten), ferner im oxydirten Zustande, ganz besonders aber in Vereinigung mit Schwefel und mit Arsenik vor (S. Arsenik), so daß diejenigen Erze, bei welchen das Kobalt mit Schwefel und mit Arsenik verbunden ist, als die eigentlichen Kobalterze betrachtet werden müssen. Fast alle diese Verbindungen des Kobalt mit anderen Körpern, entsprechen ganz übereinstimmenden Verbindungen des Nickels, und leider stehen die Erze von beiden Metallen in so naher Beziehung zu einander, daß nur selten das eine ohne in Begleitung mit dem anderen, angetroffen wird.

1) Der Kobaltvitriol von Biber im Hanauischen (38,71 Kobaltoxyd, 19,74 Schwefelsäure, 41,55 Wasser, nach der Analyse des Herrn Kopp), ist so sehr eine mineralogische Seltenheit, daß das Fossil nicht als Kobalterz betrachtet werden kann.

2) Arseniksaures Kobalterz (Kobaltblüthe und Kobaltbeschlag) kommt immer nur fast zufällig in Begleitung mit anderen Kobalterzen vor, und wird dann mit diesen zugleich auf blaue Farbe benutzt. Der Röstung würde dies Erz natürlich nicht bedürfen, allein es läßt sich durch die Aufbereitung von den mit Schwefel und Arsenik verbundenen Kobalterzen nicht

trennen, und unterliegt daher denselben Vorbereitungsarbeiten wie diese. Durch das Rösten wird indeß auch der Wassergehalt verflüchtigt, weshalb die Röstarbeit nicht unvortheilhaft ist. Die Anwendbarkeit des Erzes zu blauem Glase steht mit dem Gehalt desselben an Nickeloxyd im Verhältniß. Herr Bucholz hat die Kobaltblüthe von Riechelsdorf in Hessen analysirt, und darin, außer 39 Prozent Kobaltoxyd, nur 37 Arseniksäure und 22 Wasser gefunden, so daß dies Erz zur Blaufarbenbereitung sehr geeignet seyn würde. Weniger anwendbar würde dagegen die Kobaltblüthe von Allemont seyn, welche Herr Laugier aus 20,5 Kobaltoxyd, 9,2 Nickeloxyd, 6,1 Eisenoxyd, 40,0 Arseniksäure und 24,5 Wasser zusammengesetzt fand. — Der Kobaltblüthe entspricht die Nickelblüthe (Arseniksaures Nickeloxyd, Nickelocker, grüner Erdkobalt, Nickelmulm u. s. f.), in welcher zuweilen ein Theil des Nickeloxyds durch Kobaltoxyd ersetzt ist.

3) Erdkobalt (schwarzer, brauner, gelber. Kobaltmulm, Kobaltschwärze, Hornkobalt, Rußkobalt, Schlackenkobalt, Lederkobalt), ist ein sehr unbestimmtes Gemenge von Kobaltoxyd, Kobaltsuperoxyd, Eisenoxyd, Manganoxyd, Kupferoxyd, Kieselerde, Thonerde und Wasser. Dies Erz wird, wo es vorkommt, mit anderen Kobalterzen zugleich auf blaue Farbe benutzt, und ungeröstet angewendet. Es giebt zwar keine hohen Gläser, aber doch Gläser von einem recht guten Farbenton. Häufig enthält der Erdkobalt noch Arseniksäure.

4) Schwefelkobalt (Kobaltkies), ein selten vorkommendes Erz (43,20 Kobalt, 14,40 Kupfer, 3,53 Eisen, 38,50 Schwefel; Herr Hisinger in dem von Riddarhytta. 53,35 Kobalt, 0,97 Kupfer, 2,30 Eisen, 42,25 Schwefel, Herr Wernekinck in dem von Müsen), welches wegen seiner Seltenheit zu metallurgischen Zwecken wohl nicht benutzt wird. — Diesem Erz entspricht der Schwefelnickel oder der Haarkies.

5) Glanzkobalt (S. Arsenik). Das reichste und auch das

reinste Kobalterz, indem nur zuweilen ein Theil des Kobalt in dem Erz durch Eisen ersetzt ist. Dies Erz entspricht theils dem Arsenikkies, welcher Eisen statt des Kobalt enthält, und bei welchem zuweilen ein geringer Theil Eisen durch Kobalt vertreten wird; — theils dem Nickelglanz, welcher statt des Kobalt oder des Eisen, Nickel enthält, welcher aber ebenfalls zuweilen durch kleine Antheile von Kobalt ersetzt ist. Der Nickelglanz ist ein ungemein viel selteneres Erz als der Glanzkobalt, und daher wird der Glanzkobalt nicht so häufig als der Speißkobalt mit Nickelerzen verunreinigt angetroffen. Indeß kommt auch der Glanzkobalt weit seltener vor als der Speißkobalt, und diejenigen Blaufarbenwerke, welche nur Glanzkobalt zu verarbeiten haben, besitzen den sehr großen Vorzug, daß sie das Erz todt rösten können, also bei der Smalteberei-tung gar keine Speise erhalten, ohne davon einen nachtheiligen Einfluß auf den Farbenton zu erfahren. Zu allen feinen Porcellanfarben u. s. f. ist nur der Glanzkobalt anwendbar.

6) Speißkobalt (S. Arsenik). Das gewöhnliche Kobalterz, welches theils dem Arsenikalkies, theils dem Kupfernickel (Arseniknickel) entspricht, indem bei jenem Eisen, bei diesem Nickel, statt des Kobalt mit dem Arsenik verbunden sind. Das Erz führt seinen Namen (in Deutschland) wahrscheinlich deshalb, weil es zur Entstehung der Speise bei der Blaufarbenbereitung Veranlassung giebt. Die Ursache warum das Erz nicht so stark geröstet werden darf, daß es keine Speise giebt, liegt nicht in der chemischen Zusammensetzung des Erzes, — indem es, außer geringen Antheilen von Kupfer (Herr Stromeyer fand in dem Speißkobalt von Riechelsdorf nur 0,15 Prozent Kupfer) nur Kobalt und Arsenik, und höchstens etwas Eisen enthält, dessen nachtheilige Einwirkung auf das Farbenglas durch das weiße Arsenik ziemlich leicht gehoben wird, — sondern in den Beimengungen von den Erzen anderer Metalle, in deren Begleitung der Speißkobalt fast ohne

Ausnahme angetroffen wird. Arsenikkies, Arsenikalkies, Kupfernickel, Schwefelkies, Magnetkies, Kupferkies, Zinkblende, Grauspießglanzerz, Bleiglanz, Fahlerz, Zinngraupen und Wismuth, sind die Gefährten dieses Erzes, welche durch die Aufbereitung nicht getrennt werden können. Dies Erz erfordert daher die sorgfältigste Behandlung beim Rösten, indem der Grad der Röstung gewöhnlich mit der Menge und mit der Beschaffenheit der beigemengten Erze im Verhältniß stehen muß. Ein Todtrösten muß folglich stets vermieden, und die Bildung der Speise bei der Glasbereitung zugelassen werden, wenn nicht derbe oder zufällig reine Erze zur Verarbeitung kommen.

Bie Kobalterze bedürfen einer sehr sorgfältigen Aufbereitung, besonders wenn sie fein eingesprengt in der Gebirgsart vorkommen. Dann hat die Aufbereitung jedoch keinen anderen Zweck, als die metallischen von den nicht metallischen Theilen zu trennen, weil die das Kobalterz verunreinigenden Erze der anderen Metalle, durch die Aufbereitung nicht abgesondert werden können. Derbe, oder grob eingesprengte Kobalterze, läßt man zuvor durch die trockene Aufbereitung gehen, damit die ganz reinen, die weniger reinen und die stark verunreinigten Erze bei den weiteren Aufbereitungsarbeiten immer getrennt gehalten werden. Das Sortiren nach den Buchstaben F, M, O bei der Handscheidung, erleichtert die Wahl der bei der weiteren Verarbeitung der Erze zu treffenden Maaßregeln.

Die bei der Handscheidung und beim Siebsetzen ausgehaltenen Erze, welche nicht weiter durch die nasse Aufbereitung gehen, müssen (unter Trockenpochwerken oder unter Walzwerken) zerkleinert, und durch Sieben zu einem gleichen Korn gebracht werden, weil sie sonst der Röstarbeit nicht würden unterworfen werden können. Die derben und die reinen, grob eingesprengten Erze, erhalten gewöhnlich die Bestimmung zu Safloren, und werden mit FFK bezeichnet. Von dem Erz-

sortiren und von der Bezeichnung der Erzsorten ist schon frü-
her geredet worden.

Diejenigen Kobalterze welche mit regulinischem Wismuth verunreinigt sind, werden schon bei der Scheide- und Klaubarbeit ausgehalten. Man sondert diese Erze sogleich von den übrigen, und befreit sie von dem Wismuth durch das Absaigern. Wenn die Saigerarbeit in den eisernen Röhren des Wismuthsaigerofens (S. Wismuth) vorgenommen wird, so läßt man die Röhren ganz offen, damit die Luft durchstreichen kann. Dadurch wird das Erz etwas oxydirt, und es verflüchtigen sich etwas schwefligte und arsenigte Säure. Die abgesaigerten Erze (Wismuthgraupen) werden gewöhnlich weder weiter aufbereitet, noch durch Rösten vorbereitet, sondern nur zerkleinert, und in einzelnen kleinen Quantitäten bei den gewöhnlichen Gemengen mit angewendet, indem sie von der tauben Bergart schon durch die Handscheidung möglichst befreit worden sind.

Das Rösten der Kobalterze ist eine sehr wichtige Vorbereitungsarbeit, durch deren zweckmäßige Ausführung die Schönheit der Smalten jederzeit dann bestimmt wird, wenn das Erz, aus den schon angegebenen Gründen, nicht todt geröstet werden darf. Wenn sich die Beschaffenheit der Kobalterze auf ihren Lagerstätten nicht ändert, so läßt sich der Grad der Röstung durch lange Uebung ziemlich gut bestimmen. Sehr schwierig wird diese Bestimmung aber dann, wenn die das Kobalterz verunreinigenden Erze, das Nickel, Kupfer, Eisen, Zinn, Antimon, Zink und Blei, bald in größeren, bald in geringeren Quantitäten in dem aufbereiteten Kobaltschlich vorkommen. Gewöhnlich sucht man sich ein Anhalten durch den Erfolg des Röstens bei den Proben im Kleinen zu verschaffen, indem man untersucht, bei welchem Grade der Röstung das Erz die reinste blaue Farbe giebt. Dies ist allerdings ein gutes und nicht zu vernachläßigendes Hülfsmittel, allein es kann niemals eine

völlige Sicherheit bei der Ausübung des Röstprozesses gewähren, weshalb es in zweifelhaften Fällen besser ist, zu wenig als zu stark zu rösten. Die Röstarbeit selbst ist, von dem gewöhnlichen Verfahren bei dieser Operation (Abtheilung 8.) nicht abweichend. Oft besitzen aber die Röstöfen den Fehler, daß sie ein sehr hohes Gewölbe erhalten, wodurch der Verbrauch an Brennmaterial ganz unnöthig vermehrt wird. Die Röstöfen zum Rösten der Zinnerze (S. Zinn) weichen von den zum Rösten der Kobalterze nicht ab, denn in beiden Fällen soll der Zweck erreicht werden, den Schwefel, das Antimon und das Arsenik zu entfernen. Nur der Unterschied findet dabei statt, daß die Zinnerze jederzeit, die Kobalterze aber nur dann (also in seltenen Fällen) todt geröstet werden sollen, wenn sie mit den Erzen anderer Metalle nicht, oder sehr unbedeutend verunreinigt sind. Die Röstöfen deren man sich zum Rösten der Zinn- und Kobalterze bedient, sind im Wesentlichen nicht anders construirt wie die schon früher (Abtheilung 8.) betrachteten Röstöfen, aber man versieht sie, nach Art der Arsenikbrennöfen (S. Arsenik) mit Räumen, die zum Auffangen des Arsenikmehls oder der arsenigten Säure dienen, indem man den Fuchs, statt in eine Esse, in jene Räume leitet. Diese Räume (Giftfänge) sind sehr häufig noch weit fortgeführte, und hin und wieder gebrochene gemauerte Kanäle, aus deren äußerstem Ende die nicht condensirbaren Dämpfe in die Atmosphäre geführt werden. Viel zweckmäßiger ist es indeß, statt der engen Kanäle, große und weite Verdichtungskammern anzulegen, und diese mit dem Fuchs des Röstofens in Verbindung zu setzen. Eben so würde es auch ungleich zweckmäßiger seyn, die Flamme nicht über den Röstheerd, sondern unter denselben fortzuleiten, also den Röstöfen dieselbe Einrichtung zu geben, welche die Oefen zur Darstellung des weißen Arsenik erhalten. Wenn auch das Arsenikmehl, welches bei den Kobaltröstöfen erhalten wird, ganz oder größtentheils wie-

der zur Bereitung des blauen Glases mit angewendet wird, so ist die Verunreinigung mit Asche und mit Ruß doch nicht zuträglich, und in dem Fall durchaus schädlich, wenn die Kobalterze ganz todt geröstet werden können. Das Arsenikmehl beim Rösten der Zinnerze wird dagegen gewöhnlich zur Bereitung des weißen Arsenikglases angewendet; weshalb es bei diesen Röstöfen um so nothwendiger seyn würde, der Flamme einen anderen Abzug als durch die Räume zum Condensiren des oxydirten Arsenik zu verschaffen.

Einen gewöhnlichen Röstofen für die Zinn- und Kobalterze, welcher jedoch schon den Vorzug vor den älteren Oefen besitzt, daß er mit einem niedrigeren Gewölbe versehen ist, stellen die Zeichnungen Fig. 791. im Grundriß, oder vielmehr im horizontalen Durchschnitt über dem Niveau des Röstheerdes, Fig. 789. im senkrechten Durchschnitt nach der Linie AB, Fig. 790. im senkrechten Durchschnitt nach der Linie CD des Grundrisses, und Fig. 788. in der vorderen Ansicht dar. Die abgerundete Gestalt des Heerdes ist ganz unwesentlich. Der Ofen ist zur Holzfeuerung eingerichtet, obgleich er auch bei der Anwendung von Steinkohlen brauchbar seyn würde, indem es dazu nur einer Verkleinerung des Rostraumes bedürfte. Der Heerd des Ofens besteht aus Platten von feuerfestem Thon, die auf gewöhnlicher Ziegelmauerung ruhen, in welcher auch die Abzüge für die Feuchtigkeit in gewöhnlicher Art angebracht seyn müssen. Die bei der Röstarbeit sich entwickelnden Dämpfe ziehen durch die Füchse a in die Kanäle b, und werden von dort, bei c, in den eigentlichen Giftfang geführt. Zum Austragen und zum Reinigen der Kanäle b, sind an zweckmäßigen Stellen Oeffnungen in der Umfassungswand des Ofens angebracht, welche mit einer verlornen Mauer geschlossen sind.

Das Arsenikmehl welches in den Zügen zunächst den Füchsen aufgefangen wird, enthält noch mehrere Prozente Kobaltoxyd, weil ein Theil der zu röstenden Schliche durch den Luft-

zug und durch den Flammenstrom mechanisch mit fortgerissen wird. Dieser Kobaltgehalt ist indeß nicht verloren, weil das Mehl zu dem Gemenge bei dem Blaufarbenglase genommen wird. Bei Kobalterzen die mit anderen Erzen stark verunreinigt sind, muß auf die Beschaffenheit des Kobaltstaubes wohl Rücksicht genommen werden, damit die Schönheit des Farbentons nicht dadurch leidet. — Erze die viel Schwefel enthalten, sind mit Vorsicht und mit langsam steigender Hitze zu rösten, weil sie zum Zusammenbacken sehr geneigt sind. Dies ist auch bei Erzen der Fall, die zufällig viel Antimon enthalten.

Auf den Blaufarbenwerken nennt man das mit Quarz, Pottasche und mit Arsenikmehl beschickte abgeröstete Kobalterz, das Gemenge. Die Reinheit der Zuschläge, nämlich des Quarzes und der Pottasche, haben auf die Schönheit und auf den Glanz der Smalten einen wesentlichen Einfluß. Der Quarz wird gebrannt, um die mechanische Zerkleinerung desselben zu erleichtern, dann gepocht und gewaschen, oder vielmehr abgespült, um ihn von Schmutz und zufälligen Unreinigkeiten zu befreien. Den zerkleinerten und gereinigten Quarz nennt man Sand. Weil der Sandzusatz zum Kobalterz nach dem Gewicht bestimmt wird, so muß der Sand von aller Feuchtigkeit frei seyn. Man glüht ihn deshalb, und bewahrt ihn zum weiteren Gebrauch nicht eher auf, als bis er durch Ausglühen alle Feuchtigkeit verloren hat.

Reine Pottasche ist nicht weniger eine wesentliche Bedingung zur Darstellung einer schönen Smalte. Es ist nothwendig, sie nach dem Einsieden, oder überhaupt vor dem Gebrauch, zu calciniren, damit die Veunreinigungen mit brennbaren Substanzen beim Glasschmelzen nicht nachtheilig werden.

Das Giftmehl kann nicht anders als in dem Zustande angewendet werden, in welchem es aus den Arsenikfängen ausgetragen wird.

Bei dem Probiren der Kobalterze, welches fast ununter-

brochen geschehen muß, soll, wenigstens für diejenigen Erze, welche nicht todt geröstet werden dürfen, ein doppelter Zweck erreicht werden. Theils will man durch das Proberösten ausmitteln, wie stark die Schliche geröstet werden müssen, um die größte Menge von blauer Farbe in der höchsten Güte zu liefern; theils soll die Schmelzprobe angeben, wieviel Sand die gerösteten Erze vertragen, um Farbenglas von einer gewissen Höhe zu liefern. Auf Blaufarbenwerken welche so glücklich sind ihre Erze todt rösten zu können, kommen die Röstproben gar nicht vor. Zur Anstellung der Röstproben bedient man sich eines großen Muffelofens (4te Abtheilung) und großer Röstscherben von feuerfestem Thon. Die in ihrem Verhalten unbekannten Erze, müssen zuerst ganz todt geröstet werden, während bei anderen Proben die Röstung in sehr verschiedenen Zeitperioden unterbrochen wird. Alsdann schreitet man zu den Schmelzproben, welche entweder auch unter der Muffel eines sehr stark ziehenden Probirofens (bei Anwendung von Koaks), oder in einem gewöhnlichen Windofen zum Tiegelschmelzen vorgenommen werden. Zu den Schmelzproben werden einmal das rohe und ungeröstete Erz, sodann das todt geröstete Erz, und endlich die Erzproben angewendet, bei welchen die Röstung in verschiedenen und genau bemerkten Perioden unterbrochen worden ist. Nachdem alle Proben mit gleichen Quantitäten Sand und Pottasche, — gewöhnlich mit 3 Gewichtstheilen Sand und mit $1\frac{1}{2}$ Gewichtstheil calcinirter Pottasche, — gemengt, und dann in den Thontiegeln (oder auch auf großen Röstscherben) vollständig geschmolzen sind, löscht man die Tiegel mit dem darin befindlichen Glase im Wasser ab, und stellt dann die Untersuchung über die Höhe und Reinheit der Farbe an. Aus dem Resultat derselben ergiebt sich, ob das Erz gar nicht, oder ob und wie stark es geröstet werden muß, oder ob es, ohne Nachtheil für die Güte des Glases, ganz todt geröstet werden kann. So unvollkommen diese Pro-

ben auch genannt werden müssen, indem sie nur ein sehr unbestimmtes Anhalten für die Röstarbeit im Großen geben können; so dienen sie doch wenigstens dazu, über die Behandlung der Erze beim Rösten einigen Aufschluß zu geben.

Die Schmelzproben, oder die Blaufarbenproben, werden in ganz ähnlicher Art verrichtet, nur daß man dabei, auf dem Grund vorhergegangener Röstproben, voraussetzt, daß das Kobalterz seiner Beschaffenheit angemessen abgeröstet worden sey. Man wendet bei den Blaufarbenproben immer ein und dasselbe Verhältniß von Sand zum Erz an, weil sich aus der Vergleichung des erhaltenen Glases mit den Musterfarben von bekannter Zusammensetzung, leicht bestimmen läßt, wieviel Schweren Sand das Erz bei der Smaltefabrikation vertragen wird, um eine Smalte von bestimmter Farbenhöhe zn liefern. Fast überall hat man bei den Schmelzproben das Verhältniß von 3 Schweren Sand, — also 1 Gewichtstheil Erz, 3 Sand und $1\frac{1}{3}$ Pottasche angenommen. Bei der Beurtheilung der Farbenhöhe des erhaltenen Glases, verfährt man im Kleinen eben so wie im Großen, indem man theils die Gläser mit einander vergleicht, theils aber das Glas zerreibt, und das Streublau, die Farbe und die Eschel, durch Schlämmen in gläsernen Gefäßen, darstellt, und mit den vorhandenen Mustern vergleicht. Nach dem Ausfall der Probe bestimmt sich die Menge des Sandes, welchen das Erz erhalten muß, um Farbe und Eschel von einer gewissen und verlangten Höhe zu liefern. Diese Farbenproben müssen von jeder Erzquantität gemacht werden, mit welcher die Tiegel besetzt werden sollen. Auch die Blaufarbenproben können nur möglichst annähernde Resultate geben, und es ist fast als ein Zufall anzusehen, wenn die Höhe der Farben bei der Smaltebereitung genau so eintrifft, wie die Zusammensetzung, d. h. das Verhältniß des Sandes (der Sandvertrag) nach dem Ausfall der Blaufarbenproben berechnet worden ist. In den mehrsten Fällen ist man genö-

thigt, die verlangte Farbenhöhe durch sorgfältiges Vermengen von etwas höheren und besseren Farben zusammen zu setzen.

Von der Saflorbereitung und von der Smaltefabrikation.

Die Saflore sind Kobalterze die den ihrer Beschaffenheit angemessenen Grad der Röstung erhalten haben, und welche zugleich mit so viel Sand versetzt worden sind, daß sie Farbengläser von einer bestimmten Höhe liefern, wenn sie mit einem Zusatz von Pottasche zu Glas geschmolzen werden. Die richtige Zusammensetzung der Saflore kann daher nur auf die Weise geschehen, daß durch vorhergegangene Blaufarbenproben die tingirende Kraft des Erzes ausgemittelt, und nach dem Resultat der Proben, das Verhältniß des Sandes zum Erz bestimmt worden ist, welches erfordert wird, um dem Glase demnächst die verlangte Höhe der Farbe mitzutheilen. Diejenigen Blaufarbenwerke welche Saflore bereiten und verkaufen, müssen daher mit Vorräthen von Sasloren von verschiedener Farbenhöhe versehen seyn, um daraus diejenigen Saflore zusammen zu setzen, welche nach der gegebenen Farbenprobe verlangt werden. Die Zusammensetzung geschieht durch ein sehr sorgfältiges Vermengen der verschiedenen Saflorsorten, welche zusammen, sobald sie demnächst zu Glas geschmolzen werden, die Farbe von verlangter Höhe liefern. Das fertige Gemenge wird auf der Farbenmühle vermahlen, der gemahlene Brei in Fässer gefüllt, in welchen sich der Saflor zu Boden setzt, worauf demnächst das klare Wasser abgelassen, und der Saflor, nachdem er ausgehauen und etwas abgetrocknet ist, in Fässer gepackt, und in diesem Zustande versendet wird. Vor dem Vermahlen muß indeß von dem Gemenge eine Probe genommen werden, welche nach Art der gewöhnlichen Blaufarbenproben behandelt, d. h. mit dem vierten Theil des Gewichts Pottasche (zu 3 Theilen Saflor 1 Gewichtstheil Pottasche) ver-

setzt und geschmolzen wird. Zeigen das Glas, so wie die daraus bereiteten Streublau, Farbe und Eschel, die richtige Höhe der Farbe nicht an, so würde es nöthig seyn, das Gemenge mit höheren oder blasseren Safloren in den angemessenen Verhältnissen abzuändern.

Bei der Smaltebereitung wird in derselben Art verfahren, nur daß man das geröstete Kobalterz nicht allein mit Sand, sondern auch zugleich noch mit Pottasche versetzt. Die Menge des Sandes wird, auf dem Grund der Blaufarbenprobe, nach der tingirenden Kraft des Erzes und nach der Höhe der Farbe bestimmt, welche jedesmal dargestellt werden soll. Das Verhältniß der Pottasche pflegt auf den Blaufarbenwerken so festgesetzt zu werden, daß davon der vierte Theil von dem Gewicht des ganzen Gemenges genommen wird, also, wie schon erwähnt, zu 3 Theilen Erz und Sand, 1 Theil Pottasche. Ein stärkerer Zusatz macht die Farbe schmierig und unansehnlich; ein geringerer Zusatz giebt sehr strengflüssige Gläser. Es versteht sich von selbst, daß die Beschaffenheit der Erze (nämlich der dasselbe veunreinigenden und durch die Aufbereitung nicht abgesonderten Gangarten) und zuweilen auch wohl die Beschaffenheit der Pottasche selbst, eine Abänderung in dem angegebenen Verhältniß veranlassen können. — An Giftmehl setzt man zuweilen dem Gemenge eben so viel zu, als das Gewicht des Kobalterzes beträgt.

Die Einrichtung und der Betrieb der Blaufarbenöfen stimmen ganz mit den gewöhnlichen Glasöfen überein. Wenn die Oefen mit Holz betrieben werden, so muß zum Darren des Holzes eine Vorrichtung getroffen worden seyn. Eben so ist auf Räume zum Calciniren der Pottasche und zum Glühen des Sandes, so wie auf einen Ofen zum Ausglühen (Tempern) der Schmelztiegel oder der Glashäfen Rücksicht zu nehmen. So wie man bei den gewöhnlichen Glasöfen sehr häufig die Kühlöfen mit den Schmelzöfen verbindet, so pflegt

man sich auch auf den Blaufarbenwerken die so eben genannten Glühräume dadurch zu verschaffen, daß man die schon zum Schmelzen des Glases benutzte Flamme in die Räume leitet, welche zum Ausglühen des Sandes u. s. f. bestimmt sind. Die erhitzte Luft welche den größten Theil ihres Wärmestoffes schon abgegeben hat, führt man zuletzt, ehe sie an die freie Luft tritt, noch durch einen gewölbten Raum, in welchem das Darren des Holzes vorgenommen wird. Die Tiegel oder Glashäfen werden auf den Blaufarbenwerken aus sehr feuerfestem Thon angefertigt. Sie unterscheiden sich nicht von den gewöhnlichen Glashäfen. Vortheilhaft ist es, ihnen eine möglichst große Oberfläche zu geben, um die Flamme vortheilhaft zu benutzen. In den viereckigen Oefen zieht man daher die ovalen Häfen den runden vor; in den runden Oefen behält man gewöhnlich die runden Häfen bei, weil sie sich besser stellen lassen. Hat man Erze zu verarbeiten, die Speise geben, so ist es noch nothwendig, die Häfen unten, wo die Seitenwand mit der Bodenfläche zusammenstößt, mit einer Oeffnung zu versehen. Diese Oeffnung heißt das Speiseloch. Beim Einsetzen der Häfen in den Ofen giebt man ihnen eine solche Stellung, daß das Speiseloch der Umfassungsmauer des Ofens zugekehrt ist, um beim Oeffnen und Verschließen des Speiseloches, zu demselben gelangen zu können. Es befinden sich nämlich in der Umfassungsmauer des Ofens vor jedem Tiegel zwei Oeffnungen. Die eine, in dem Niveau der Heerdsohle, also auf der Bodenfläche der Tiegel, — das Knieloch genannt, — hat keinen anderen Zweck, als das Glas (Heerdglas, Hafenglas), welches etwa über die Tiegel geflossen, oder welches sich durch Verschütten beim Eintragen des Gemenges gebildet hat, oder welches beim Ausschöpfen verzettelt worden ist, aus dem Ofen zu ziehen. Zugleich dient es auch zum Ablassen der Speise. Diese Oeffnung ist während des Schmelzens mit einer Thonplatte verschlossen. Die zweite, in dem

Niveau des oberen Randes der Tiegel, dient zum Eintragen des Gemenges in die Häfen, und zum Ausschöpfen des Glases. Auch diese Oeffnung ist während des Schmelzens mit einer Thonplatte zugestellt. Das Speiseloch wird mit Thonpfropfen verschlossen, welche jedesmal durchstoßen und durch neue ersetzt werden müssen.

Vieles von dem was bei den Zinköfen bemerkt worden ist (S. Zink), findet auch auf die Blaufarbenöfen Anwendung. Bei den nach älterer Art eingerichteten Blaufarbenöfen, so wie überhaupt bei den Oefen welche mit Holz geheizt werden, ist der Feuerraum überwölbt, und die Flamme tritt aus einer einzigen Oeffnung (Flammenloch), in der Mitte des Feuerraumes und des Heerdes, in den Schmelzraum. Bei den Oefen nach der neueren Einrichtung, besonders bei den viereckigen und bei denjenigen Oefen, welche mit Steinkohlen gefeuert werden, ist der Feuerraum nicht überwölbt, und die Flamme kann die Schmelzhäfen unmittelbar umspielen. Der Abzug der Flamme findet entweder durch Züge statt, die sich in dem Gewölbe, oder in der Kappe (Haube) des Ofens befinden; oder man leitet sie durch Füchse in die zum Glühen des Sandes, zum Tempern der Häfen u. s. f. bestimmten Räume. Die Anzahl der Tiegel oder Glashäfen ist sehr unbestimmt, und richtet sich nach der Größe der Oefen. Den viereckigen Oefen pflegt man in der Regel weder mehr noch weniger als 6 Häfen zuzutheilen, von welchen sich 3 auf der einen und 3 auf der anderen Seite des Ofens befinden, indem der Schmelzheerd durch den Feuerraum in zwei Hälften getheilt wird. Aber auch die runden Oefen richtet man gewöhnlich nur auf 6 Häfen ein.

Die Zeichnungen Fig. 797—800. zeigen die Einrichtung eines viereckigen Blaufarbenofens, welcher mit Steinkohlen betrieben wird, und zwar: Fig. 800. im horizontalen Durchschnitt, über dem Niveau des oberen Randes der Schmelztie=

gel. Fig. 799. im senkrechten Querdurchschnitt, nach der Linie AB des Horizontaldurchschnitts. Fig. 797. in der Ansicht von der Seite A oder B; und Fig. 798. in der Ansicht von der Seite C oder D des Ofens. Der Construktion dieses Ofens läßt sich nur der Vorwurf machen, daß dem Gewölbe, oder der Kappe desselben, eine zu große Höhe zugetheilt ist. Die Seitenwände, das Gewölbe und der Heerd (das Gefäß) sind aus feuerfesten Thonziegeln angefertigt. Von den 6 ovalen Glashäfen stehen 3 auf jeder Seite des Feuerungsraumes. Unter dem Rost befindet sich eine geräumige Rösche a, welche theils als Aschenfall, theils zur Zuführung frischer Luft dient. Die Steinkohlen zur Feuerung werden an den zwei einander gegenüberstehenden Seiten C und D des Ofens eingetragen. An diesen Seiten befindet sich die Oeffnung b, durch welche die Tiegel eingesetzt, und wieder aus dem Ofen genommen werden, wenn sie schadhaft geworden sind. Die Oeffnungen b sind mittelst einer verlorenen Mauer, oder auf eine andere Weise, geschlossen, so daß nur eine 9 Zoll im Quadrat große Oeffnung c bleibt, welche als Schürloch dient; d ist das Speise-loch in den Tiegeln, welches mit Thon verschlossen ist; e sind die Knielöcher, oder die unteren Oeffnungen in der Umfassungs-mauer des Ofens, vor jedem Tiegel, um das verzettelte Glas (Heerdglas) aus dem Ofen zu ziehen, und um die Speise ab-zulassen; f sind die oberen Oeffnungen (Arbeitsöffnungen) zum Eintragen der Gemenge in die Tiegel, und zum Ausschöpfen des Glases; g sind gegossene eiserne Platten vor den Arbeits-öffnungen, welche als Bänke und zur Erleichterung der Arbei-ter beim Eintragen der Gemenge, so wie auch dazu dienen, daß die Arbeit des Eintragens und Ausschöpfens mit einer größeren Reinlichkeit vorgenommen werden kann. Der Abzug der Flamme erfolgt theils durch die Oeffnungen h in den bei-den Stirnmauern des Ofens, theils durch die Oeffnungen i, welche mit einer kleinen essenartigen Erhöhung in Verbindung

stehen, durch welche der Luftzug regulirt wird. Diese Züge sind aber auch horizontal durch die Pfeilermauerung des Ofens hindurchgeführt, um sie leicht reinigen zu können.

Die Einrichtung der runden Blaufarbenöfen, welche mit Holz betrieben werden, geht aus den Zeichnungen Fig. 792 bis 796. hervor. Fig. 796. ist der Horizontaldurchschnitt im Niveau des oberen Randes der Tiegel. Fig. 795. der senkrechte Durchschnitt nach der Linie AB. Fig. 794. der senkrechte Durchschnitt nach der Linie CD des Horizontaldurchschnitts. Fig. 793. die Ansicht des Ofens von der Seite A, und Fig. 792. die Ansicht von der Seite D. Der Feuernngsraum ist überwölbt, und das Flammenloch a befindet sich in der Mitte des Ofens; b ist das Schürloch. Das Eintragen des Holzes erfolgt nur auf einer Seite des Ofens. Die Rösche c dient als Aschenfall und zum Zutritt der Luft, welche durch Oeffnungen d in den Feuerungsraum gelangt, indem das Holz nicht auf einem Rost, sondern auf einem massiven Gewölbe ruht; e sind die Knielöcher; f die Arbeitsöffnungen, und g gegossene eiserne Platten vor den Arbeitsöffnungen. Unter diesen Platten befindet sich die verlorne Mauer P, die leicht weggenommen und wieder eingesetzt werden kann, und welche zum Einsetzen und Herausnehmen der Schmelztiegel dient. Die Flamme findet keinen anderen Abzug als durch die Oeffnung k, welche mit einem Fuchs oder Feuerungskanal in Verbindung steht, durch welchen sie in einen Raum zum Glühen des Sandes, und von dort in einen anderen Raum zum Darren des Holzes geleitet wird. In dem Fuchs selbst ist noch eine verschließbare Oeffnung v angebracht, durch welche die zu calcinirende Pottasche eingetragen und wieder herausgenommen werden kann.

Bei dem sehr einfachen Schmelzprozeß ist besonders zu berücksichtigen, daß es nicht an Hitze fehlen darf, um das Glas in einen recht dünnen Fluß zu bringen, und daß die ge-

schmolzene Masse von Zeit zu Zeit ganz nothwendig umgerührt werden muß, damit sie nicht ungleichartig ausfällt. Kurz vor dem Ausschöpfen des Glases darf dasselbe jedoch nicht umgerührt werden, weil sonst leicht einzelne Körner von der Speise hängen bleiben. Das geschmolzene Glas wird mit eisernen Kellen in mit Wasser angefüllte Gefäße gegossen, zu welchen ein ununterbrochener Zutritt von kaltem Wasser gerade nicht wesentlich erfordert wird. Das erhaltene Farbenglas wird zuerst unter einem Pochwerk (oder zwischen Walzen) trocken zerkleinert, sodann auf Mühlen von gewöhnlicher Einrichtung, — bei welchen die Steine in der Regel aus Granit bestehen, — vermahlen, und die auf der Mühle dargestellte Smalte aus den Mühlfässern in die Untersetzfässer abgezapft, aus welchen sie sogleich in große Waschfässer gefüllt wird. In diesen setzt sich zuerst das Streublau ab, welches gewöhnlich beim Vermahlen des Glases von derselben Beschaffenheit, nämlich von derselben Farbenhöhe, demnächst wieder zugesetzt wird. Sobald sich das Streublau abgesetzt hat, — der Zeitraum ist für die verschiedenen Farben nicht gleich bleibend, und wird durch Erfahrung gefunden, — wird die Trübe sogleich in ein zweites Waschfaß übergefüllt, in welchem sich die eigentliche Farbe absetzt. Aus dem Farbenfaß wird die Trübe demnächst in ein drittes Gefäß abgelassen, in welchem sich die Eschel absetzen. In diesem Gefäß bleibt die Flüssigkeit stehen, bis sie ganz klar geworden ist. Farben und Eschel werden demnächst noch verwaschen, und die Waschwasser werden in Sümpfen aufgefangen, in welchen sich die Sumpfeschel absetzen. Die aus den Gefäßen ausgehauenen Farben und Eschel kommen in die Trockenanstalt, und von dort dann zum Reiben (Rollen, Walzen) und Sieben.

Eine vollkommene Gleichartigkeit der Farben und Eschel, wodurch ihr Werth so sehr erhöhet wird, läßt sich nur durch die Gleichartigkeit der geschmolzenen Glasmasse erlangen. Für

die Güte der Farben und Eschel ist es eine sehr gewöhnliche Probe, daß sie sich beim Aufstreichen auf Papier fettig verhalten, d. h. daß sie eine gewisse Klebrigkeit zeigen, und nicht trocken und mager sind.

Die allgemein anerkannte Schönheit der blauen Farben und Escheln, welche in holländischen Fabriken aus Farben zusammengesetzt werden, die man von ausländischen, besonders von Sächsischen Blaufarbenwerken bezieht, besteht vorzüglich in der vollkommensten Gleichartigkeit, in dem richtigen Halten des Farbentons und in dem ausgezeichneten Glanz der Farben.

Die Speise wird, — so lange sie noch Kobalt in lohnender Menge enthält, — als Kobalterz angesehen. Je weniger fremde Metalle (besonders Nickel und Kupfer) sie enthält, desto stärker kann sie geröstet werden. Ueberhaupt gilt von ihr alles, was von den Kobalterzen gesagt worden ist, auch werden die Röst- und die Blaufarbenschmelzproben ganz eben so mit ihr, wie mit den Erzen, vorgenommen. Ihre Zusammensetzung ist natürlich sehr verschieden. Herr Berthier hat eine Speise untersucht, welche enthielt:

Kobalt	3,2
Nickel	49,0
Kupfer	1,6
Arsenik	37,8
Schwefel	7,8
Antimon	Spur
Sandige Verunreinigung	0,6

Diese Speise würde zur Bereitung des Blaufarbenglases, wegen ihres geringen Kobaltgehaltes, nicht mehr anwendbar seyn. Eine andere Speise, die Herr Wille untersucht hat, enthielt noch weniger Kobalt; sie war zusammengesetzt aus:

Nickel	52,631
Arsenik	40,470
Eisen	2,720

Schwefel	2,551
Kupfer	1,615
Kobalt	Spur

Solche arme Speisen wurden sonst weggeworfen; jetzt bedient man sich derselben als Nickelerz zur Gewinnung des Nickel, welches einen Bestandtheil beliebter Metallcompositionen ausmacht, die seit etwa 15 Jahren hier und dort angefertigt werden. — Die reichere Speise wird so lange immer wieder als Kobalterz angesehen, bis sie nur wenig Farbestoff mehr abgiebt. Waren die Erze wismuthhaltig, und war das Wismuth unvollständig abgesaigert, oder befand sich auch Wismuth in den zur nassen Aufbereitung gegebenen Erzen, wodurch die Schliche einen Gehalt an Wismuth erhielten; so findet sich auch Wismuth in der Speise. In solchem Fall wird die Speise eben so gesaigert wie die wismuthhaltigen Erze, und man pflegt die gesaigerte Speise dann ebenfalls nicht weiter zu rösten. — Zuweilen ist die Speise silberhaltig, und zwar in dem Grade, daß sie auf Silber benutzt werden kann.

Das Heerd- und Hafenglas werden beim Schmelzen des Glases, — natürlich bei dem von gleicher Farbenhöhe, — wieder mit zugesetzt.

Literatur.

J. G. Lehmann, Cadmiologia oder Geschichte des Farbenkobalts 2 Bde. Königsberg, 1761. 1766. — S. A. Gesneri historia cobolti et ex illo praeparatorum, zafferae et smalti. Berol. 1744. — F. Kapf, Beiträge zur Geschichte des Kobalts, Kobalterzbaues und der Blaufarbenwerke. Breslau, 1792. — v. Justi, chimische Schriften I. 263. — Jars Reisen IV. 881. — Jordan's mineralogische Reisebemerkungen. Göttingen, 1803. S. 132. — Die Smalte-Fabrikation und das Saflormachen aus Kobalt; von M. G. Mayer. Frankf. a. M. 1820. — Hausmann's Reisen II. 77.



